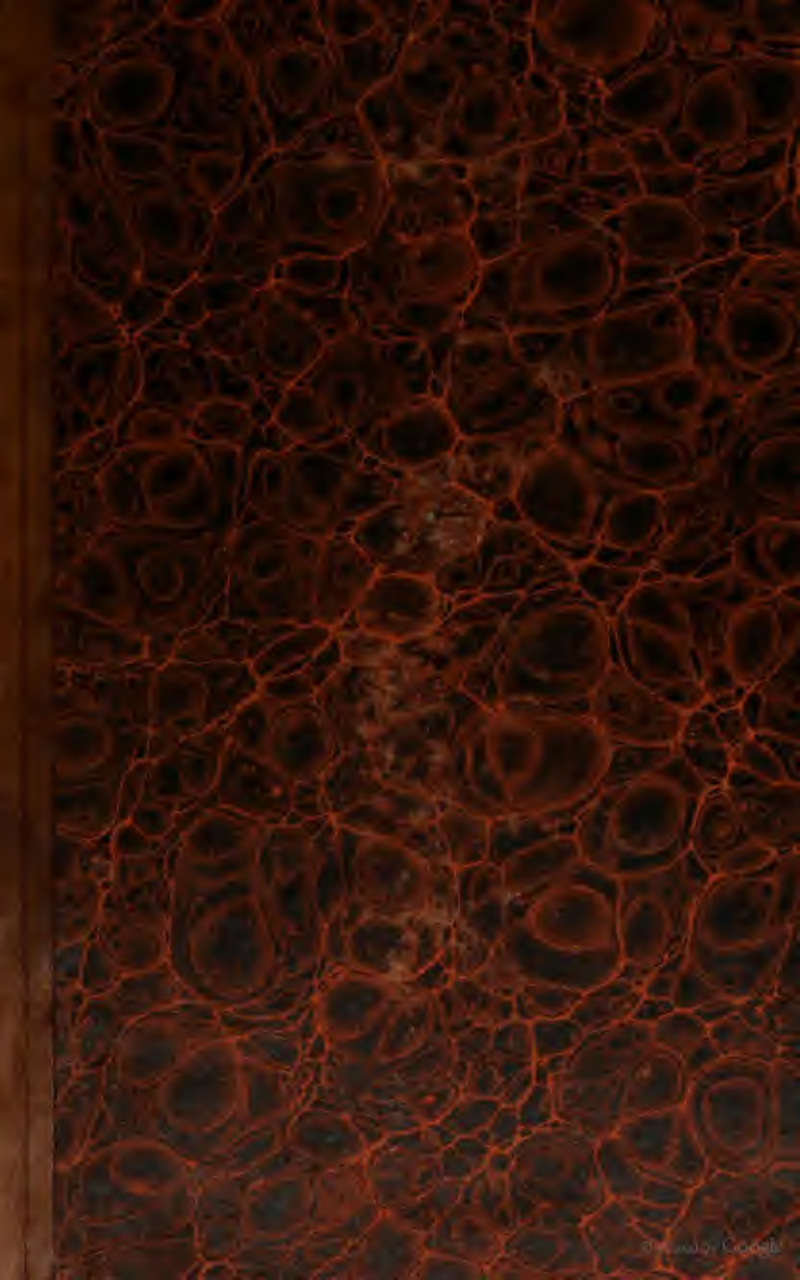


<36612833630013

Technologische Encyklopädie

oder

alphabetisches Handbuch

der

Technologie, der technischen Chemie und des Maschinenwesens.

Begonnen von

Joh. Jos. R. v. Prechtl.

Fortgesetzt von

Karl Karmarsch,

Dr. ph., erstem Direktor der polytechnischen Schule zu Hannover; Inhaber des k. hannov. Guelfenordens 4. Klasse, des k. preuß. Rothen-Adler-Ordens 3. Klasse, des Ritterkreuzes des k. sächs. Verdienstordens, des Ritterkreuzes des k. bayrischen St. Michaels-Ordens und des Ritterkreuzes des k. norwegischen St. Olafs-Ordens; Verdienstmitgliede des Vereins zur Ermunterung des Gewerbsgeistes in Böhmen; Ehrenmitgliede der k. Landwirthschaftsgesellschaft zu Celle, des großh. hessischen Gewerbvereins, des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern, des Gewerbvereins für das Herzogthum Nassau, der Frankfurtischen Gesellschaft zur Beförderung der nützlichen Künste und ihrer Hülfswissenschaften, des Apothekervereins im nördl. Deutschland, der polytechnischen Gesellschaft zu Leipzig, des sächsischen Ingenieurvereins, des polytechn. Vereins zu Würzburg; Korrespondenten der k. k. geologischen Reichsanstalt zu Wien; korrespondirendem Mitgliede des niederösterreichischen Gewerbvereins; ꝛc. ꝛc.

Zweiundzwanzigster Band

oder

Zweiter Supplementband.

Branntweinbrennerei — Eisenhüttenkunde.

Mit Kupfertafeln 39 bis 66.

Stuttgart.

J. G. Cotta'scher Verlag.

1859.

Supplemente

zu

J. J. R. v. Prechtl's

Technologischer Encyklopädie.

Zweiter Band.

(Branntweinbrennerei — Eisenhüttenkunde.)

Im Verein mit

Dr. J. A. Hülsse, Professor, Direktor der k. polytechnischen Schule zu Dresden; Dr. Fr. Heeren und Dr. M. Rühlmann, Professoren an der polytechn. Schule zu Hannover; Th. Böttcher, Professor an der k. Gewerbschule zu Chemnitz; J. Schneider und W. Stein, Professoren an der polytechn. Schule zu Dresden; C. Siemens, Professor an der k. land- und forstwirthschaftlichen Akademie zu Hohenheim; A. Prüsmann und G. Welkner, Ober-Maschinenmeistern der k. hannov. Eisenbahnen,

herausgegeben von

Karl Karmarsch,

Dr. ph., erstem Direktor der polytechnischen Schule zu Hannover; Inhaber des k. hannov. Guelfenordens 4. Klasse, des k. preuß. Rothen-Adler-Ordens 3. Klasse, des Ritterkreuzes des k. sächs. Verdienstordens, des Ritterkreuzes des k. bayrischen St. Michaels-Ordens und des Ritterkreuzes des k. norwegischen St. Olafs-Ordens; Verdienstmitgliede des Vereins zur Ermunterung des Gewerbsgeistes in Böhmen; Ehrenmitgliede der k. Landwirthschaftsgesellschaft zu Celle, des großh. hessischen Gewerbvereins, des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern, des Gewerbvereins für das Herzogthum Nassau, der Frankfurtischen Gesellschaft zur Beförderung der nützlichen Künste und ihrer Hülfswissenschaften, des Apothekervereins im nördl. Deutschland, der polytechnischen Gesellschaft zu Leipzig, des sächsischen Ingenieurvereins, des polytechn. Vereins zu Würzburg; Korrespondenten der k. k. geologischen Reichsanstalt zu Wien; korrespondirendem Mitgliede des niederösterreichischen Gewerbvereins; rc. rc.

Mit Kupfertafeln 39 bis 66.

Stuttgart.

J. G. Cotta'scher Verlag.

1859.



Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart und Augsburg.

Branntweinbrennerei.

(Bd. III. S. 1.)

Nachdem bis um das Jahr 1840 die Kartoffeln, wenigstens in Deutschland, das Hauptmaterial zur Gewinnung von Branntwein und Spiritus lieferten, hat das Auftreten der Kartoffelkrankheit ihre Verwendung zu diesem Zwecke in erheblichem Grade beschränkt. Es trat zum Theil das Getreide wieder an ihre Stelle, wobei die Verwendung von Mais, die bisher auf die südlicheren Länder beschränkt war, auch in den nördlicheren Gegenden mehr Verbreitung fand; hauptsächlich war es aber die Melasse der Rübenzuckerfabriken, welche statt der Kartoffeln eine Anwendung in der Brennerei erhielt, während sie früher nicht selten direkt zur Verfütterung kam.

In neuester Zeit tritt nun auch die Zuckerrübe selbst in die Reihe dieser Materialien. Weniger ihr prozentiger Zuckergehalt als die Menge an Zucker, welche sie auf einer gewissen Fläche Land gewinnen läßt, versprechen derselben, verbunden mit den bereits gemachten Fortschritten in der Art ihrer Verwendung, eine fortdauernde Benutzung, selbst bei einem wieder zu hoffenden Gedeihen der Kartoffeln.

In Frankreich fand bereits die Verwendung der Rüben zu Branntwein durch das Mißrathen des Weins und die hohen Spirituspreise eine rasche Verbreitung, indem dort in den letzten Jahren eine Menge Zuckerfabriken ihre Rüben statt zu Zucker zu Spiritus verarbeiteten. Es wurde dies dort theils durch die vorhandene Einrichtung zur Gewinnung des Safts, theils durch die Art der Besteuerung nach Maßgabe des Produkts sehr erleichtert, während in den meisten deutschen Ländern die Besteuerung des Maischraums der Verwendung der Rüben entgegen tritt, indem ihr geringerer Zuckergehalt diesen Raum nicht so benutzen läßt, wie es die Verarbeitung der Kartoffeln und des Getreides möglich macht.

Die hohen Spirituspreise haben aber auch die Benutzung von noch andern bisher als werthlos betrachteten Abfällen veranlaßt, wie z. B. die der zuckerigen Flüssigkeit, welche bei der Verarbeitung des Krapps gewonnen wird. Endlich hat man auch aus der Holzfaser (Sägemehl) durch Behandlung mit Schwefelsäure eine zuckerige Lösung zur Gewinnung von Branntwein bereitet und will diese da mit Nutzen verwenden, wo die saure Flüssigkeit noch eine Nebennutzung gewährt, wie dies z. B. bei der Stearinfabrikation der Fall seyn kann. Eine allgemeinere Verbreitung steht davon wohl kaum zu erwarten.

Zu den Fortschritten seit dem Erscheinen des III. Bandes der Encyklopädie, worin der damalige Stand der Brennerei mitgetheilt wurde, gehört zunächst eine bessere Bereitung und Verwendung des Malzes, vor Allem aber die Darstellung weit kräftiger wirkender Gährungsmittel und in Folge dessen die Erlangung einer höheren Branntweinausbeute selbst aus Maischen von weit größerer Konzentration, als man früher für vortheilhaft hielt.

Ferner gehören zu den erlangten Fortschritten die Vervollkommnung der Destillirapparate und die Gewinnung eines reineren Produkts.

Bei der Malzbereitung hat man die Nothwendigkeit einer verschiedenen Behandlungsweise erkannt, je nachdem dasselbe in der Bierbrauerei oder Brennerei zu verwenden ist. Während der Bierbrauer ein Malz bedarf, worin das Stärkemehl des Getreides eine möglichst vollständige Umwandlung in Zucker erlitten hat und jeder Verlust an diesem durch den weiteren Keimungsprozeß sorgfältig vermieden werden muß, bedarf der Brenner ein Malz, bei welchem der Keimungsprozeß nur in Rücksicht auf die Bildung des zuckerbildenden Stoffes, des Diastas, zu leiten ist, selbst wenn dabei ein Verlust an Zucker unvermeidlich werden sollte. Noch größer aber ist die Verschiedenheit in der weiteren Behandlung des gekeimten Getreides, des grünen Malzes. Während es für den Bierbrauer nöthig wird, durch das Dörren des Malzes noch eine weitere Veränderung seiner Bestandtheile, die Bildung von Röstgummi und brenzlichen Oelen zu erlangen, hat der Brenner diese sorgfältig zu meiden, weil sie die vollständige Vergährung des Zuckers verzögern und weil die zu ihrer Bildung nöthige Temperaturerhöhung die zuckerbildende Kraft des Malzes oder des darin enthaltenen Diastas zerstören würde.

Hieraus erhellt, daß die Ansicht, der Brenner könne das Malz

des Brauers verwenden, eine unrichtige ist, so wie es auch irrig ist, wenn man glaubt, der Brenner könne ein geringeres Malz verwenden.

Hat der Brauer schon die Güte des Malzes zu achten, weil die Güte seines Produkts nicht nur von der Menge des dazu verwendeten Materials, sondern auch von dessen Güte abhängt; so hat der Brenner nicht minder einen größeren Werth auf die Güte seines Malzes zu legen, da ihm dies vor Allem das Mittel liefert, die anderen Materialien für ihn verwendbar zu machen. Diesen Zweck kann aber das Malz um so weniger erfüllen, je mehr ihm die dazu erforderliche Beschaffenheit fehlt. Der Schaden eines schlechten Malzes ist hier also ein doppelter und dreifacher, wenn es als Hülfsmaterial jene nicht nutzbar machen kann.

Das Malz ist desto geeigneter für diesen Zweck, je vollständiger es gekeimt hat, selbst wenn dadurch auch etwas von dem im Malze befindlichen Zucker verloren gegangen ist. Zum vollständigen Keimen gehört, außer der Verwendung einer guten Frucht — meist Gerste, aber auch Roggen — ein vorsichtiges Einweichen oder Einquellen, weil das Getreide hierbei am leichtesten seine Keimkraft verliert, namentlich der Roggen, der nicht mehr als 36 Stunden unter Wasser liegen darf. Das schwächere Einweichen macht mitunter später ein nochmaliges Anfeuchten im Haufen nöthig, namentlich aber die Verwendung eines geeigneten Lokals. Die Führung des Haufens soll eine möglichst flache sein, um jede Selbsterhitzung zu verhüten, was eine geeignete Temperatur des Lokals voraussetzt; eben so erfordert das langsamere Wachsen die Erhaltung einer recht reinen Luft, also größere Reinlichkeit des Malzkellers, wenn sich an dem Malze nicht eine nachtheilige Schimmelbildung einstellen soll.

Um ein recht gleichmäßiges Keimen auch bei wärmerer Witterung zu erreichen, ist die Bereitung des sogenannten Filzmalzes zu empfehlen. Es wird dazu das schwach eingeweichte Getreide in einem guten Malzkeller, dessen Temperatur nicht unter 12° R. und der nicht zu trocken seyn darf, nicht höher als 4 Zoll ausgebreitet. In diesem Haufen bleibt es, ohne gewendet zu werden, so lange liegen, bis die Keime der Körner ganz in einander verwachsen erscheinen. Sollte das Getreide dabei auf der Oberfläche des Beets oder Haufens zu sehr abtrocknen, so hat man dasselbe mit einer Gießkanne schwach mit Wasser zu bespritzen. Beim Wenden sticht man dann den Haufen mit

einer scharfen hölzernen Schaufel in größere Stücke und kehrt diese einzeln nach einander um; die dabei abfallenden Körner, die noch schwächer gewachsen sind, werden angefeuchtet in einen neuen Haufen etwas höher zusammengesetzt, wo sie dann später mehr zusammenhaften. Je länger und krauser oder gekrümmter man die Keime hier erhält, ohne daß der Blattkeim dabei zum Vorschein kommt, desto wirksamer zeigt sich das Malz in der Brennerei. Die Bereitung dieses Filzmalzes ist besonders bei der Verwendung des grünen ungetrockneten Malzes zu empfehlen, es gehört aber vor Allem ein geeignetes Lokal dazu.

Auch mit dem Roggen gewinnt man auf die angegebene Weise am sichersten ein gutes Malz, weil bei dieser Frucht sowohl durch das Einweichen als durch den Eintritt einer höheren Temperatur in dem gewöhnlichen Malzhaufen die Keimkraft verloren geht. 100 Pfund Gerste geben 150 Pfund grünes oder 80 Pfund trocknes Malz.

Das Trocknen des für die Brennerei bestimmten Malzes muß auf einer Darre mit starkem Luftzuge vorgenommen werden, damit die Feuchtigkeit mehr durch den raschen Luftwechsel als durch die Hitze entweicht. Eigentlich ist das Dörren oder Trocknen für die Brennerei gar nicht nöthig, es wird nur zum Zerkleinern des Malzes auf gewöhnlichen Schrotmühlen und zur längeren Aufbewahrung erforderlich. Wo das grüne Malz sogleich eine Verwendung findet, wird es mittelst Walzen zerdrückt oder gequetscht.

Ob es vortheilhafter sei, grünes oder getrocknetes Malz zu verwenden, hängt von der Art des Betriebs der Brennerei und von dem übrigen Materiale ab. In den Getreidebrennereien wird nur getrocknetes Malz verwendet, wogegen in den größeren und regelmäßig betriebenen Kartoffelbrennereien das grüne Malz vorgezogen wird. Es verdient diesen Vorzug aber auch nur da, wo ein sehr geordneter Betrieb Statt findet, ist dies nicht der Fall, so werden die Resultate eher schlechter ausfallen; denn es erfordert eine sehr pünktliche Behandlung und Verwendung.

Die Menge des zur Auflösung des Stärkemehls nöthigen Malzes ist nach der Art des Stärkemehls oder der Frucht verschieden. Nach den Angaben von Lüdersdorf werden durch grünes Malz, auf trocknes reduzirt, ersetzt:

100 Pfund Kartoffelstärke durch 25,6 Pfund Malz

100	Pfund	Weizenstärke	durch	90,5	Pfund Malz
100	„	Kartoffeln	„	14,3	„ „
100	„	Weizenmehl	„	86,0	„ „
100	„	Roggenmehl	„	31,5	„ „
100	„	Gerstenmehl	„	31,0	„ „

wonach man zu ermessen hat, in welchem Verhältniß das Malz bei der Verarbeitung der bezeichneten Materialien zu verwenden wäre, wenn man bei der Einmaischung eine vollständige Zuckerbildung erlangen wollte. Es werden später die Ursachen angeführt werden, die es auch bei einer geringeren Menge Malz möglich machen, eine dem Stärkemehlgehalte des verwendeten Materials nahezu entsprechende Ausbeute an Branntwein zu erhalten. Die Darstellung des Branntweins aus lauter gemalztem Getreide liefert keine größere Ausbeute, aber ein reineres Produkt, welches die größeren Kosten jedoch nicht lohnt.

Als Ferment dient in der Brennerei noch sehr häufig die Bierhefe, und von dieser verwendet man am liebsten die Oberhefe, weil sie eine raschere und vollständigere Vergährung bewirkt. Auch verwendet man die sogenannte Kunsthefe, welche in Brennereien und Essigsiedereien für den Bedarf der Bäcker gewonnen wird und in ihrer Wirkung der Bierhefe noch vorzuziehen ist, sobald sie nicht durch Beimischungen eine Verfälschung erlitten hat. Der Mangel an Hopfen und brenzlichen Oelen, die in der meisten Bierhefe noch enthalten sind, macht jene in der Regel am wirksamsten. Die meiste Anwendung finden jedoch die sogenannten künstlichen Gährungsmittel, welche aus einer in Gährung begriffenen Maische bestehen, über deren Bereitung später das Nähere anzuführen ist. Ihre größere Wirksamkeit scheint durch die Gegenwart einer schwachen Säure (Milchsäure) und durch die Eigenschaft, welche manche Körper zeigen, im Moment ihrer Entstehung leichter Verbindungen einzugehn, zu entstehen.

Ueber die Beschaffenheit des Wassers findet das bei der Bierbrauerei darüber Gesagte auch hier Geltung. Seine erdigen Verunreinigungen können hier außer durch die geringere Lösungskraft, die sie ihm ertheilen, auch noch dadurch nachtheilig werden, daß sie bei ihrer Ausscheidung solche Flächen mit einem schlechten Wärmeleiter überziehen, welche zur Mittheilung oder Entziehung von Wärme bestimmt sind, wie dies bei den Dampfkesseln, den Dephlegmir- und Abkühlungsflächen der Destillirapparate der Fall ist.

Die organischen Verunreinigungen wirken durch den unangenehmen Geruch und Geschmack, welchen sie dem Branntwein mittheilen, oft nachtheiliger als die erdigen. Das Flußwasser ist in der Regel am geeignetsten zum Branntweinbrennen, nur wird es im Sommer oft zu warm, um zur Abkühlung dienen zu können. Das Quell- und Brunnenwasser eignet sich, wenn es viel Kohlensäure enthält, vorzüglich gut zum Verdünnen der in Gährung zu bringenden Maischen, indem die Kohlensäure hier günstig einwirkt. Gyps wirkt dagegen schädlich, indem er bei der Gährung die Bildung von Schwefelwasserstoff veranlaßt. Eisenhaltiges Wasser zeigt sich günstig, wenn zugleich viel Kohlensäure vorhanden ist. Je härter das Wasser ist, desto wärmer sind die Maischen anzustellen oder in Gährung zu bringen, um eine vollständige Vergährung zu erlangen.

Verarbeitung des Getreides.

Von den Getreidearten liefert noch jetzt der Roggen, wenigstens in den Gegenden, wo überhaupt noch das Getreidebrennen Statt findet, wie z. B. in Holland, das gewöhnlichste Material in Verbindung mit dem Gerstenmalze. Da wo die Verwendung des Getreides durch die Kartoffeln bereits ganz oder nahezu verdrängt wurde, hat der Mangel an diesen das Brennen von Mais vielfältig versuchen lassen. Die Art seiner Verarbeitung ist der des Getreides fast gleich, nur macht seine größere Härte, und in Folge derselben die geringere Löslichkeit seines Stärkemehls in dem anzuwendenden Malze, einige Abweichungen in seiner Behandlung nöthig.

Die Behandlungsweise des Getreides zur Darstellung einer zuckerigen Maische ist im Grunde noch dieselbe wie früher.

Außer einer vollständigen Zerkleinerung oder feinen Schrotung, namentlich des Malzes, ist die allmälige Steigerung der Temperatur bis zur Zuckerbildung dieser äußerst günstig und deshalb ganz zweckmäßig die Operation des Einmaischens nach Erlangung einer Temperatur von etwa 45° R. 15 bis 20 Minuten zu unterbrechen, dann aber die Erhitzung bis zur Zuckerbildung fortzusetzen. Die hiezu günstigste Temperatur liegt je nach Beschaffenheit des Getreides zwischen 48 und 52° R. Genauer als mittelst des Thermometers wird der geeignetste Grad der Erhitzung von dem geübteren Brenner durch Wahrnehmung äußerer Kennzeichen oder Veränderungen erkannt, welche

bei jener Temperatur eintreten. Die Maische bekommt bei der erlangten richtigen Temperatur eine dunklere Farbe, sie wird auffallend dünnflüssiger, sie läßt auf dem Rührscheite die weißen Keime des Getreides deutlich erkennen, auf der Oberfläche entsteht ein weißer Schaum mit kleinen glänzenden Luftbläschen. Der Geschmack wird süßer und verliert das Mehlige, der Geruch wird dem des frischen Brodes immer ähnlicher.

Nach dem Einmaischen bleibt die Masse 1 bis 1½ Stunde zur Zuckerbildung in Ruhe, bevor sie zur Abkühlung kommt.

Ueber die günstigste Temperatur zur Zuckerbildung ist noch zu bemerken, daß da, wo ein recht regelmäßiger Betrieb Statt findet und für größere Reinlichkeit Sorge getragen wird, ein schwächeres Garbrennen oder die möglichst niedrige Temperatur eine größere Ausbeute ergibt, als die Steigerung bis zu einer höheren Temperatur, welche letztere jedoch bei minder sorgfältiger Behandlung weniger leicht ein ganz ungünstiges Resultat liefert. Auch bei heißerer Witterung, wo nachtheilige Einflüsse leichter einwirken, so wie bei der Verwendung von mit organischen Theilen verunreinigtem Wasser, wird deshalb das Garbrennen oder Einmaischen bei einer höheren Temperatur nöthig.

Ferner ist noch zu erwähnen, daß die Erhitzung oder Einmaischung mittelst Dampf, wodurch eine Ersparung an heißem Wasser möglich wird, allgemein keine dauernde Anwendung gefunden hat, theils weil die Mittheilung der Dampfwärme eine sehr ungleiche ist, wobei die zuckerbildende Kraft des Malzes sehr geschwächt wird, theils weil die Ersparung an Wasser auch nicht so erheblich ist, indem man dabei eine größere Menge Wasser zum Verdünnen der Maische bedarf, um nur einigermaßen eine bessere Vertheilung der Dämpfe in der steifen Teigmasse zu ermöglichen.

Bei der Verarbeitung von Mais wird es für zweckmäßig gehalten, den möglichst fein geschrotenen Mais ohne das Malz 12 Stunden zuvor mit kaltem Wasser einzuweichen, dann aber mit Dampf bis zum Kochen zu erhitzen und erst nach dem Erkalten auf 58 bis 55° R. das Malz damit zu vermischen, von welchem aber mindestens 30 Prozent des Maisschrots anzuwenden sind.

Andere wollen mit Vortheil den ganzen Mais zunächst wie die Kartoffeln mit Dampf gekocht und dann zwischen Walzen zerkleinert haben, was nicht unzweckmäßig seyn dürfte, da hierbei am leichtesten eine völlige Zerkleinerung zu erlangen sein wird.

Die Darstellung von Getreidemaischwürzen, wie sie in England gebräuchlich, wo statt des Roggens mehr Weizen verwendet wird, hat bis jetzt in Deutschland kaum eine Anwendung gefunden, obgleich diese Methode auch von Balling in seiner Gährungschemie sehr empfohlen wird. Balling will durch Zusätze von abgerahmter Milch eine dünnflüssigere, leichter von den Hülsen zu trennende Auflösung und durch den Zusatz von Phosphorsäure eine vollständigere Vergährung der Getreidemaische erlangt haben. Ferner glaubt derselbe auch durch den Zusatz von Hefe bei der Einmaischung die Ausbeute an Alkohol zu vermehren, indem die zugesetzte Hefe das Material zur neuen Hefenbildung vermehre und hiermit auch die Alkoholbildung in gleichem Maße eine größere werde.

So lange wir die Brennerei betreiben nicht allein zur Gewinnung von Branntwein, sondern auch zur Gewinnung von Futter, namentlich einem solchen, welches geeignet ist, noch andere Fütterungsmittel verdaulicher zu machen, wie dies bei der Schlempe der Fall ist, wird die Gewinnung einer Würze wenigstens in den landwirthschaftlichen Brennereien keine Verbreitung finden, selbst wenn es möglich werden sollte, durch die Anwendung von Zentrifugalmaschinen schneller und vollständiger die gelösten von den ungelösten Theilen zu trennen, als dies bei dem bloßen Abseihen bis jetzt möglich wird, wobei selbst ohne so leicht säurende Mittel, wie die empfohlenen — Milch und Hefe — kaum eine schädliche Säurung zu vermeiden steht.

Die Abkühlung der Getreidemaische hält, wenn nicht bedeutende Quantitäten bei wärmerer Witterung abzukühlen sind, nicht sehr schwer, indem selbst bei konzentrirterer Einmaischung auf 100 Pfund des verwendeten Schrotes immer noch etwa 200 Pfund kaltes Wasser zuzusetzen bleiben. Es findet zwar, hauptsächlich durch die Besteuerung des Maischraums, die frühere dünnere Einmaischung, wo auf 1 Pfund Schrot 7 bis 8 Pfund Wasser kamen, nicht mehr Statt; doch sollte selbst bei der Anwendung sehr kräftig wirkender Gährungsmittel bei der Getreidemaische der Zusatz von Wasser nicht unter 5 Pfund auf ein Pfund Schrot betragen.

Wo größere Massen abzukühlen sind, werden in der Regel, wie in der Bierbrauerei, flache hölzerne oder besser eiserne Kühlen angewandt. Der Grad der Abkühlung vor dem Zugeben des noch nöthigen Zukühl- oder Stell-Wassers richtet sich nach der Menge und

Temperatur dieses Wassers, ferner nach der Anstellungs-Temperatur beim Zugeben der Hefe oder Beginn der Gährung. Sind diese drei Punkte oder Faktoren gegeben und die Menge der abzukühlenden Maische bekannt, so findet man den Grad der Abkühlung durch eine einfache Rechnung. Betrüge die ganze in Gährung zu bringende Masse z. B. 4800 Pfund und sollte die Anstellungs-Temperatur zu 18° R. bestimmt seyn, so wären zusammen $4800 \times 18 = 86400$ Wärmegrade darin enthalten. Wenn dabei die noch zuzusetzende Wassermenge 1600 Pfund beträgt und das Wasser eine Temperatur von 8° R. zeigt, so kämen durch dieses Wasser $1600 \times 8 = 12800$ Wärmegrade in die Maische und diese dürfte dann vor der Anstellung oder Vermischung mit dem Zukühlwasser nur noch $86400 - 12800 = 73600$ Wärmegrade besitzen, sie müßte deshalb auf $\frac{73600}{3200} = 23$ Grad an der Luft abgekühlt werden.

Es kann eine solche Rechnung immer nur ein annäherndes Resultat geben, da die äußere Temperatur, Entfernung der Kühle von den Gährgefäßen u. dgl. näher bedingen, um wie viel wärmer die Maische von der Kühle abzuleiten sei.

Die Gährung bezweckt in der Brennerei vor Allem eine vollständige Zersetzung des vorhandenen und noch zu erzeugenden Zuckers in Alkohol und Kohlensäure. Diese vollständige Zersetzung wird zunächst durch die Gährungstemperatur und durch die Art der Hefe oder des Ferments bedingt.

Man steigert die Temperatur so viel es ohne Nachtheil geschehen kann, wobei aber zu beachten ist, daß in der Getreidemaische der Alkohol durch die gleichzeitig hier in größerer Menge vorhandenen stickstoffhaltigen Stoffe bei einer höheren Temperatur und Zutritt der Luft sehr leicht in Essigsäure verwandelt wird, was hier desto mehr zu befürchten steht, je mehr sich die Temperatur der Maische der der Essigbildung günstigen Temperatur von 25—30° R. nähert. Man hat also die Maische desto kälter anzustellen, je mehr zu befürchten steht, daß durch den Gährungsprozeß selbst jene gefährliche Temperatur erreicht werde. Größere Maischen, welche sich stärker erwärmen, müssen deshalb kälter angestellt werden als kleinere Quantitäten. Außer der höheren Temperatur bedingt die Art der Hefe die mehr oder weniger vollständige Vergährung des Zuckers. Die rascher wirkende

Oberhefe zeigt sich hier weit wirksamer als die Unterhefe, von der selbst eine größere Menge jene in ihrer Wirkung nicht ganz ersetzen kann. Am kräftigsten wirkt aber, wie schon angegeben, eine noch in Gährung begriffene Maische, namentlich wenn in dieser eine größere Menge Hefenmaterial vorhanden ist, wie dies bei einer aus reinem Malzschrot hergestellten und vor ihrer Anstellung durch den Eintritt einer schwachen Säuerung vorbereiteten Maische der Fall ist. Die kunstgerechte Bereitung und Anwendung eines solchen Gährungsmittels hat es möglich gemacht, selbst in einer konzentrirteren Getreidemaische eine vollständige Zersetzung des Zuckers zu erlangen, und sie findet deshalb in allen regelmäßig und gut betriebenen Brennereien die meiste Anwendung. Da ihre gute Wirkung aber sehr durch eine richtige Säuerung der Maische und durch ihre zeitige Verwendung bedingt wird, so ist ein solches künstliches Gährungsmittel auch nur unter der Voraussetzung eines geordneten Betriebs zu empfehlen. Sollte dieser nicht wohl zu erlangen sein, dann wird am zweckmäßigsten die reine Bier- oder reine Branntweinhefe in flüssiger oder auch in Teig-Form, als Pfund- oder Preßhefe, angewandt.

Unter den verschiedenen künstlichen Gährungsmitteln oder Hefenansätzen zeigt sich der Ansatz aus einer reinen Malzmaische am wirksamsten, dessen Bereitung in folgender Weise geschieht:

Etwa 36 Stunden vor ihrer Verwendung werden auf 100 Pfund der zu verwendenden Schrotmenge 4—5 Pfund feines Schrot eines schwach gedörrten Malzes mit möglichst wenig Wasser eingemaischt. Nachdem diese Maische eine Stunde zugedeckt gestanden, bleibt sie 24 Stunden an einem temperirten Ort zur Säuerung stehen. Erfolgt hier bei wärmerer Witterung die Säuerung zu rasch, dann muß eine schnelle Abkühlung herbeigeführt werden. Es dient dazu ein Schlangenrohr, welches man in die Maische legt und wodurch man kaltes Wasser leitet. Nach 24 Stunden, oder etwa 12 Stunden vor der Verwendung, soll die Temperatur der Maische 16—18° R. betragen, und sie wird nun mit etwa ein Loth Preßhefe auf jedes Pfund des dazu verwendeten Malzschrots, oder wenn man schon im Betriebe ist, mit ¼ Maß Mutterhefe oder Maische des vorhergehenden Hefenansatzes ohne weiteren Wasserzusatz in Gährung gebracht. Nach 1—2 Stunden erheben sich die Hülsen des Schrots und bilden eine dicke Decke, die desto stärker wird, je wirksamer der Ansatz ist. Hat

man eine größere Menge Wasser zum Einmaischen verwendet, etwa über vier Pfund auf ein Pfund Schrot, so ist die Säuerung in der Regel eine stärkere, es verschwindet dann die Decke bald und die Maische zeigt schon eine lebhaftere Gährung, sie ist dann auch noch mit weit größerer Vorsicht zu behandeln, weil die dünnern Maischen leicht zu stark säuern. Nach zwölfstündiger Gährung des Ansatzes ist dieser zur Anstellung der Maische geeignet. Nachdem man etwa den fünften Theil der Maische als Mutterhefe zur Anstellung des Ansatzes für den folgenden Tag abgenommen hat, wird der Rest mit etwas wärmerer Maische vermischt, die bald eine lebhaftere Gährung in dem Ansatze hervorbringt, der dann der übrigen Maische zugesetzt wird, bevor diese mit dem noch erforderlichen Zukühlwasser vermischt wurde. Das Zugeben des Hefenansatzes zu der noch wärmeren und konzentrirteren Maische läßt jenen recht gleichmäßig damit vermischen und verursacht eine kräftigere Gährung selbst bei einer niedrigen Temperatur der Maische, die diese durch das Zukühlwasser noch erlangt und aus den oben angeführten Gründen wünschenswerth ist, um selbst bei einer lebhaften Gährung und höhern Temperatur jene nachtheilige Essigbildungstemperatur nicht zu erreichen. Man erhält auf diese Weise selbst bei einer niedrigen Temperatur von 14—16° R. eine eben so kräftige Gährung, als früher bei einer Temperatur von 18—20° R., wo jede weitere Erhöhung die Gefahr einer schädlichen Säurung herbeiführte.

Auch bei der Verwendung von reiner Bierhefe ist die Vermischung derselben zunächst mit einer kleineren Quantität wärmerer Maische und das Zusetzen dieser gährenden Maische vor der Verdünnung der abgekühlten Maische zu empfehlen, nur darf die Erwärmung nicht über einige und 20° R. betragen.

Bei der Bewirkung einer so kräftigen Gährung und niedrigen Temperatur sind die Erscheinungen derselben auch anderer Art als bei einer dünneren Maische und wärmeren Anstellung. Während bei dieser meist nach einiger Zeit die anfangs gebildete Schleuen- oder Hülsendecke von einer schaumigen Hefe durchbrochen wird, was einen größeren Steig- und Gährraum erfordert, bemerkt man bei der Anwendung eines gesäuerten Hefenansatzes und konzentrirterer Einmaischung kaum eine Absonderung der Hefe und Hülsen; die ganze Masse bewegt sich bald nach der Anstellung breiartig durcheinander, wobei die

Kohlensäure mit kleinen hellen Bläschen auf der Oberfläche erscheint, die hier schnell und mit Geräusch zerplatzen. Nach 24 Stunden erscheint die Gährung in der Regel am lebhaftesten, und ihre Beendigung erfolgt nach Verlauf von drei Mal 24 Stunden oder am vierten Tage nach der Anstellung. Die Gasentwickelung hört bishin ganz auf und die Temperatur der Maische sinkt in gleichem Grade bis auf die des Gährlokals.

Hat man gleich nach der Anstellung und nach beendigter Gährung den Extraktgehalt der Maische mittelst des Saccharometers untersucht, so läßt sich daraus die stattgefundene Vergährung erkennen. Balling will hieraus die zu erwartende Ausbeute von Branntwein berechnen, was zu bezweifeln steht, da, wie schon angegeben, die Zuckerbildung oder die Lösung des Stärkemehls noch während der Gährung fortdauert, der Zuckergehalt der Maische also nicht genau zu bestimmen ist. Immerhin gewährt eine Beobachtung der Saccharometeranzeige der Maische vor und nach der Gährung eine nützliche Einsicht in den Verlauf dieses wichtigen Prozesses.

Verarbeitung der Kartoffeln.

Die Kartoffeln werden noch allgemein nach dem Waschen zunächst mittelst Dampf gekocht, zwischen Walzen gemahlen oder zerquetscht und mit dem zur Zuckerbildung nöthigen Malze, vier bis fünf Prozent vom Gewicht der Kartoffeln, vermischt oder eingemaischt. Die Erfahrung zeigt, daß eine vollständige Zerkleinerung um so leichter möglich wird, je rascher die Dämpfung oder das Kochen erfolgte, weil eine längere Einwirkung des Dampfes die Kartoffeln zähe macht. Man muß deshalb einen hinreichend großen Dampferzeuger anwenden und kein größeres Quantum als 30—40 Zentner in einem Fasse zur Verarbeitung bringen, deren Kochung binnen einer Stunde erfolgen soll. Zu diesem Dämpfen wird dann der fünfte bis vierte Theil des Kartoffelgewichtes an Dampf erforderlich, wonach die nöthige Heizfläche des Dampferzeugers zu berechnen ist. Das Dampffaß erhält zweckmäßig oben eine größere Weite als unten, und die Zuleitung der Dämpfe muß in das obere Drittheil des Fasses geschehen, damit die unteren Lagen von dem anfangs kondensirten Dampfwasser bereits vorgewärmt werden. Dabei müssen aber die unteren und oberen Oeffnungen des Fasses gut zu verschließen sein, was man am einfachsten erlangt, wenn man diese Oeffnungen mit einem eisernen

Ringe ausfüttert, dessen scharfe Kante nach außen etwas vorsteht. Es genügt dann auf diese hervorstehende Kante ein stärkeres Holz mittelst einer Bügelverschraubung zu befestigen, wie dies in Fig. 1 und 1* (Taf. 39) angegeben ist.

Aus dem Dampffasse sollen die Kartoffeln unmittelbar auf die Quetschwalzen fallen, da sich nur die ganz heißen Kartoffeln vollständig pulverisiren lassen. In den größeren Brennereien benutzt man zum Zerkleinern meist eiserne Walzen von 2—3 Fuß Durchmesser. In neuerer Zeit verwendet man nicht selten Walzen aus in einander greifenden eisernen Stäben. Von solchen Walzen werden die Kartoffeln selbst bei einem geringeren Durchmesser leichter gefaßt und sie erfordern dann weit weniger Kraft als die Walzen mit größerem Durchmesser.

Auch die zerquetschten Kartoffeln sollen möglichst rasch und vollständig mit dem Malze vermischt werden, wenn man eine gute Auflösung erlangen will, wozu es nöthig ist die Zuckerbildungstemperatur von 50—52° R. möglichst bald zu erreichen und gut zu erhalten. Erfolgt das Mahlen recht rasch, so muß die weitere Erhitzung womöglich durch raschere Vermischung oder fleißige Verarbeitung vermieden werden, da ein Zusatz von kälterem Wasser nachtheilig wird.

In den größeren Brennereien geschieht diese Vermischung in der Regel mittelst einer Rühr- oder Einmaischvorrichtung, die in verschiedener Art konstruirt werden kann. Empfehlenswerth ist die in Fig. 2 (Taf. 39)[1] angegebene Vorrichtung. Unmittelbar über dem Vormaischbottich A stehen hier die Kartoffelquetschwalzen B. In der Mitte des Bottichs trägt der gußeiserne Bock a das Pfannenlager für die vertikale Achse b und einen Zahnkranz dd. In diesen Zahnkranz greifen die konischen Räder e, e, welche auf den Hülsen f, f sitzen und sich mit diesen um eine horizontale Achse cc drehen, welche mit der vertikalen Achse b verbunden ist und durch die Hülsen läuft. Mit den Hülsen f sind die Flügelarme g, g verbunden, die sich mit diesen demnach drehen, wenn die vertikale Achse b durch die Betriebswelle h mittelst der konischen Räder i und k in Bewegung gesetzt wird. Außer diesem Rühr- und Schlagwerke ist mit der vertikalen Achse b noch eine besondere Rührvorrichtung verbunden, die sich in Fig. 3 näher angegeben findet. Auf den Armen m sitzen hier die Stäbe n,

[1] Aus Pistorius praktischer Anleitung zum Branntweinbrennen, herausgegeben von Lüdersdorf. Berlin 1841.

die unterhalb durch die Gelenkketten o verbunden sind. Durch diese Ketten wird ein Abschaben der Kartoffelmasse von der Bodenfläche des Bottichs bezweckt.

Eine vollständige Auflösung der in den Kartoffeln enthaltenen Stärke kann durch alle solche Vorrichtungen nicht erreicht werden, wenn nicht zuvor eine vollständige Pulverisirung der Kartoffeln erlangt wurde, was ohne die Erhaltung einer höheren Temperatur nicht möglich wird. Es wurde zu diesem Zwecke schon vor mehr als 40 Jahren der im III. Bande des Hauptwerks, Seite 20, beschriebene Apparat von meinem Vater in Anwendung gebracht. Der dort erwähnte Zusatz einer Aetzkalilauge hatte zwar den Zweck, ein Erhärten des Eiweißstoffes der Kartoffeln zu verhüten, schadete aber der zuckerbildenden Kraft des Malzes, über dessen Wirkung man damals noch keine nähere Einsicht hatte. Die erlangte bessere Ausbeute war allein der vollständigern Pulverisirung zuzuschreiben. Die in dem Dampffasse selbst vorzunehmende Zerkleinerung und Trennung der Hülse erforderte einen größeren Zusatz von Wasser und mehr Kraftaufwand als das Zerquetschen zwischen Walzen. Der größere Wasserzusatz verminderte dabei noch die zuckerbildende Kraft des Malzes und machte eine längere oder stärkere Abkühlung der Maische an der Luft nöthig, was die Gefahr einer nachtheiligen Säuerung vermehrte. Später hat man durch die Anwendung kräftiger wirkender Gährungsmittel selbst bei einer minder guten Zerkleinerung eine bessere Ausbeute an Branntwein erlangt. Immerhin bleibt die vollständigere Auflösung des Stärkemehls durch eine bessere Zerkleinerung und Vermischung der Kartoffeln mit dem Malze eine Hauptbedingung zur *sicheren* Erlangung einer höheren Ausbeute an Branntwein.

Die in der Hohenheimer Brennerei von mir in Anwendung gebrachte Vorrichtung zum Zerkleinern und Einmaischen der Kartoffeln gewährt diese wünschenswerthe *Sicherheit* in einem Grade, wie sie bis jetzt, namentlich bei minder guten Kartoffeln, auf die gewöhnliche Weise nicht zu erlangen ist.

Fig. 4 (Taf. 39) zeigt einen Aufriß dieser Vorrichtung, und Fig. 5 in einem Durchschnitte ihre wesentlichen Theile.

Unter dem Dampffasse A steht der eigentliche Zerkleinerungsapparat B, ein aus Gußeisen oder Eisenblech angefertigter Zylinder oder vielmehr abgestutzter Kegel, dessen horizontalliegende bewegliche

Achse a mit den Flügeln b, b und b′, b′ versehen ist. Mit den ersteren werden die durch den Trichter C aus dem Fasse A zugeführten Kartoffeln zerschlagen, und durch die an den längeren Flügeln b′, b′ befindlichen Walzen werden sie durch den siebartigen oder durchlöcherten Theil des Zylinders gerieben, von wo sie in den Bottich D gelangen. Die regelmäßige Zuleitung der gekochten Kartoffeln geschieht hier durch zwei sechskantige Walzen wie c, im Trichter C. Durch eine Kurbel sind diese Walzen nach Bedürfniß zu drehen oder die Kartoffeln zuzuleiten. Die beim Durchreiben von den mehligen Theilen getrennten Hülsen werden durch die Stellung der Walzen an b′ nach und nach aus der Oeffnung d entfernt und in dem Gefäße E aufgefangen.

Die obere Hälfte des weiteren Bodens f ist mit Scharnierbändern versehen, so daß der Apparat vollständig zu reinigen ist. Während der Zerkleinerung wird aus dem Kübel F durch den Hahn e eine geringe Menge Malzwasser zugeleitet, wodurch die zerkleinerten Kartoffeln die Eigenschaft, beim Erkalten zu erhärten, verlieren; eine Ummandlung in Zucker wird durch diesen Malzzusatz nicht gerade bezweckt. Zur Zuckerbildung kommt später das erforderliche Malzschrot in den Bottich D, wo es ohne großen Kraftaufwand mit dem durchgeriebenen Breie zu vermischen ist, da dieser durch das zugeleitete Malzextrakt seine Zähigkeit bereits verloren hat. Das Malzwasser wird einfach gewonnen, indem man von dem zum Einmaischen bestimmten Malze etwa ½ Pfund auf 100 Pfund Kartoffeln mit Wasser von 30—40° R. vermischt und dann durch ein Sieb laufen läßt, auf welchem die Hülsen zurückbleiben. Auf 100 Pfund Kartoffeln verwendet man 4—5 Maß Wasser.

Wesentlich ist die Einrichtung der an den längeren Flügeln befindlichen Walzen, welche bei der Umdrehung der Achse durch ihre eigene Drehung mehr drücken als reiben, und damit das Durchdringen der Kartoffelmasse durch den Siebboden sehr beschleunigen.

Die nähere Einrichtung dieser Walzenflügel zeigt der Durchschnitt Fig. 5. Die Walzen werden von einer Gabel gehalten, letztere ist mit einem Einschnitte versehen, so daß sich die Walzen darin auf und nieder bewegen können. Die Achsen der Walzen laufen in einem Bügel, der durch eine Feder gehalten wird, welche die Walzen gegen die Peripherie des Zylinders drückt. Wie aus dem Durchschnitte ferner ersichtlich ist, erhalten die Flügel an der Achse eine solche

Stellung, daß sie beim Drehen eine Schraubenlinie bilden, was die Masse von dem engeren nach dem weiteren Theile fördern hilft, wodurch auch die unlösbaren Theile, namentlich die erhärteten Stücke kranker Kartoffeln, aus der Oeffnung d entfernt werden.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß die vollständige Pulverisirung in der höheren Temperatur schon durch die ersten Flügelarme erreicht wird, was es möglich machte, die Oeffnungen des siebartigen Theils weit größer zu machen, als anfangs für zulässig gehalten wurde. Die dadurch mögliche schnellere Trennung der zerkleinerten Masse läßt die Operation jetzt so beschleunigen, daß die Einmaischung von 20 Zentner Kartoffeln kaum 30 Minuten erfordert. Der Hauptvortheil, den der Apparat gewährt, ist die immer gleichmäßige Beschaffenheit der gewonnenen Maische, selbst bei minder guten Kartoffeln, z. B. gegen das Frühjahr zu und bei kranken Kartoffeln. Der erforderliche Kraftaufwand ist nicht größer als bei den Vorrichtungen, welche mit dem Mahlen auch das Einmaischen verrichten.

Geschieht die Einmaischung oder Vermischung der durch Walzen zerquetschten Kartoffeln mit dem Malze auf gewöhnliche Weise mittelst Rührscheite, so wird diese Operation bei etwas größeren Quantitäten durch die gleichzeitige Benutzung von zwei Vormaischbütten, in welche das Malz vertheilt und die gemahlenen Kartoffeln portionweise abwechselnd in das eine oder andere Gefäß vertheilt werden, bedeutend erleichtert und man erhält durch die hiermit erleichterte Bearbeitung oder Vermischung eine bessere Auflösung. Es wird dabei leicht möglich, das Malz ganz trocken mit den Kartoffeln zu vermischen, wodurch bei fleißiger Vermischung die beste Auflösung oder die süßeste Maische erhalten wird. Die abwechselnde Unterbrechung des Rührens scheint die Einwirkung des Malzes durch die Erhaltung einer gleichmäßigen Temperatur hier namentlich zu befördern.

Durch die bei der Einmaischung mit der Hand mögliche Verwendung des Malzes ohne Wasserzusatz, gewährt diese einfachere Behandlung einen besondern Vorzug, der bei größeren Quantitäten kaum zu erreichen steht; es ist dies jedoch nur bei der sorgfältigsten Ausführung der Fall, die dem Willen der Arbeiter überlassen selten erreicht wird.

Bei der Einmaischung der Kartoffeln wird der Zuckerbildungsprozeß durch die Anwendung von grünem statt getrocknetem Malze

weit vollständiger erreicht, weshalb auch in allen größeren regelmäßig betriebenen Kartoffelbrennereien solches „Grünmalz“ verwendet wird.

Zur **Abkühlung** kommt die Kartoffelmaische nach 1 bis 1½stündiger Zuckerbildung in der Regel auf flache hölzerne oder besser eiserne Kühlen, wobei man die Abkühlung durch fleißiges Rühren sowie durch Anwendung von Ventilatoren zu beschleunigen sucht. Zum Rühren benutzt man eine Art Doppelrechen, um auch hier noch eine weitere Zerkleinerung zu erlangen, zu welchem Zwecke mitunter die noch vorkommenden Klumpen von den Arbeitern mit den bloßen Füßen zertreten oder zerdrückt werden.

Zur **Gährung** der Kartoffelmaische benutzt man als Ferment, statt der reinen Hefe, die kleberreicheren Gährungsmittel mit noch günstigerem Erfolge als bei der Getreidemaische. Außer der schon angegebenen reinen Malzhefe, verwendet man hier auch wohl eine Mischung von Gerstenmalz und fein geschrotenem Roggen mit einem Zusatze von der Kartoffelmaische.

Für weniger regelmäßige Betriebe bereitet und verwendet man ein solches Gährungsmittel auf folgende Weise: Auf 1000 Pfund der eingemaischten Kartoffeln nimmt man fünf Pfund Gerstenmalz nebst drei Pfund Roggenschrot und vermischt diese mit zehn Maß oder sechzehn Quart der eben eingemaischten Kartoffeln; hierauf bringt man die Mischung mit siedendem Wasser auf eine Temperatur von 50—52° R. Diese Masse bleibt dann 5—6 Stunden stehen, bevor sie zur Abkühlung kommt, während welcher Zeit schon eine schwache Säuerung eintritt. Nach der Abkühlung wird sie mit etwa fünf Maß kaltem Wasser verdünnt und bei einer Temperatur von 16—18° R. anfangs mit 1—1½ Maß flüssiger Bierhefe oder 1—1½ Pfund Preßhefe, in der Folge aber mit 4—5 Maß oder 6—8 Quart Mutterhefe in Gährung gebracht. Nach 12—15 Stunden wird sie zur Anstellung der Maische verwendet, nachdem zuvor 4—5 Maß davon getrennt wurden, die als Mutterhefe zur Anstellung des Hefenansatzes für den folgenden Tag dienen. Die Verwendung des Hefenansatzes geschieht auf die schon angegebene Weise. Man vermischt ihn nach dem Abnehmen der Mutterhefe zuvor mit etwas wärmerer Maische, welche hier bald eine lebhafte Gährung bewirkt. Das Zusetzen des Hefenansatzes geschieht auch hier am zweckmäßigsten auf der Kühle, und die

Verdünnung mit kaltem Wasser wird nicht selten in dem Gährgefäße erst dann vorgenommen, wenn der Anfang der Gährung in der dicken Maische bereits zu erkennen ist. Die höhere Temperatur der unverdünnten Maische läßt die Gährung kräftiger beginnen, was es möglich macht die Maische durch das Zukühlwasser so weit abzukühlen, daß sebst bei einer lebhafteren Gährung keine nachtheilige Temperaturerhöhung eintritt. Je nach dem Inhalte des Gährbottichs kann man die Maische hierbei durch das noch zuzusetzende Wasser auf 14—12° R. abkühlen.

Ein anderes Gährungsmittel, bei dem man die Säuerung auf einen weit höheren Grad eintreten läßt, und dadurch ein besseres Resultat zu erhalten glaubt, ist unter dem Namen des „Fischer'schen" bekannt und wird in vielen größeren Brennereien angewandt. Seine Bereitung ist in der Regel die folgende: Gleich nach dem Einmaischen der Kartoffeln wird auf jede 100 Pfund der zu verarbeitenden Kartoffeln ein Quart der frischen Maische in einem Ansatzkübel mit ein Pfund Malzschrot gut vermischt und hierauf mit möglichst wenig Wasser auf 50—52° R. angebrüht; nach sorgfältigem Reinigen des Gefäßrandes bleibt dies 1—2 Stunden bedeckt, dann wird es aber an einen temperirten oder nicht zu kalten Ort gebracht und bleibt hier offen 36 Stunden, also bis zum Abend des folgenden Tags stehen. In dieser Zeit soll seine Temperatur nicht unter 18° R. sinken. Erst jetzt wird dieser Ansatz, anfangs mit Bier- oder Preßhefe ein Loth pro Quart, später aber mit 1/4 bis 1/3 Quart Mutterhefe angestellt, ohne daß dabei ein Zusatz von Wasser Statt findet. Nach zwölfstündiger Gährung kommt der Ansatz zum Gebrauch, was auf die schon angegebene Weise geschieht.

Die stärkere Säuerung macht hier eine größere Reinlichkeit, namentlich in den Gährgefäßen dringend nöthig. Dieser Hefenansatz ist bei höheren Getreidepreisen etwas billiger als die reine Malzhefe, die jedoch eine größere Sicherheit des Ertrags gewährt.

Die Gährung der Kartoffelmaische zeigt im Allgemeinen dieselben Erscheinungen wie die Kornmaische, am einflußreichsten wirken die Art der Hefe, die Anstellungstemperatur, die Konzentration oder die Menge des zuzusetzenden Wassers, das gährende Quantum, die mehr oder weniger vollständig erreichte Zuckerbildung, die Beschaffenheit der Gährgefäße und die äußere Temperatur.

Bier- und Preßhefe, sowie eine größere Menge Wasser und höhere Temperatur bewirken meist eine mehr schaumige Gährung, bei welcher oft eine bedeutende Volumvermehrung Statt findet und selten eine befriedigende Ausbeute an Branntwein gewonnen wird. Bei vollständiger Zuckerbildung, größerer Konzentration, Anwendung einer in Gährung begriffenen Maische oder eines gesäuerten Hefenansatzes, erfolgt bei kälterer Anstellung ein weniger hohes Emporsteigen der Maische und es bildet sich dann mitunter nur eine dicke Decke von den Schlenen und Hülsen der Kartoffeln und des Schrots. Aus dieser Decke entweicht die Kohlensäure an einzelnen Stellen durch kleine kraterähnliche Oeffnungen. Die Temperaturerhöhung ist bei dieser Art von Gährung schon bedeutend, oft 6—8° R., und die Ausbeute an Branntwein lohnender. Eine gute Kunsthefe bringt in einer süßen konzentrirten, bei 12—14° R. angestellten Maische nach einigen Stunden schon eine Bewegung hervor, wobei die Maische auf verschiedenen Stellen emporquillt und an anderen wieder niedersinkt. Bei einer normalen Gährung dieser Art steigt und fällt die Maische innerhalb 12—15 Minuten ganz regelmäßig. Das Aufsteigen erfolgt dabei allmählig, während das Fallen unter lebhafter Bewegung und Entweichen der Kohlensäure ziemlich rasch Statt findet. Man nennt dies eine Gährung mit Ebbe und Fluth, und erhält davon in der Regel die beste Ausbeute. Es wird dabei nicht selten eine Temperaturerhöhung um mehr als 10° R. beobachtet.

Bei einer so konzentrirten Maische tritt selbst nach Beendigung der Gährung keine Klärung derselben ein. Verminderung der Temperatur und der Geschmack der Maische lassen den geübten Brenner die Zeit der völligen Reife erkennen. Eine gute Maische soll nach der Gährung einen möglichst bittern oder herben Geschmack besitzen.

Verarbeitung der Zuckerrüben.

Die Rüben können auf verschiedene Weise zur Gewinnung von Branntwein verwendet werden. Da sie bereits Zucker enthalten, so bedürfen sie keines Zusatzes von Malz, die Umwandlung ihres nicht gährungsfähigen krystallisirbaren Zuckers in gährungsfähigen Traubenzucker erfolgt leicht durch den Einfluß einer Säure, namentlich wenn der Zucker damit erhitzt wird. Diese Säure ist schon in der Rübe selbst enthalten, wodurch sie oder ihr Saft auch ohne weiteren Zusatz

einer weinigen Gährung fähig wird. Da jedoch der Zucker in der Rübe durch den Einfluß anderer gleichzeitig vorhandener Stoffe, namentlich der stickstoffhaltigen, sehr leicht, statt in eine geistige Gährung überzugehen, eine Umwandlung in Milchsäure erleidet, oder eine schleimige Masse bildet, so bleibt es die Hauptfrage bei ihrer Verarbeitung zu Branntwein, ihren Zucker gegen eine solche, die Ausbeute an Branntwein vermindernde Aenderung oder Umwandlung zu schützen.

Am einfachsten werden die Rüben verarbeitet, wenn man sie wie die Kartoffeln nach dem Waschen zunächst dämpft oder kocht und dann zerkleinert, und nach der Abkühlung mit Hefe in Gährung bringt. Die Rüben erfordern zum Dämpfen eine größere Menge Dampf als die Kartoffeln, theils wegen ihrer bedeutenden Größe und den größeren Zwischenräumen, die dem Dampfe einen schnelleren Durchgang gestatten, theils durch die Nothwendigkeit, die Rüben zur Erlangung einer regelmäßigen und vollständigen Vergährung recht rasch und bis zum völligen Erweichen zu sieden. Um den größeren Dampfverbrauch zu vermindern, ist es zweckmäßig, zum Dämpfen womöglich zwei Fässer anzuwenden und diese unterhalb durch ein Rohr mit einander zu verbinden, so daß der abgehende Dampf aus dem einen die Rüben in dem anderen Fasse noch vorwärmt, und durch die Vertheilung der Rüben in zwei kleinere Fässer zugleich auch eine raschere Erhitzung möglich wird. Ist nur ein Faß in Thätigkeit, so muß der abgehende Dampf durch ein Rohr in einen Kübel mit Wasser geleitet werden, um den freien Abzug des Dampfes zu verhindern.

Dieses Gefäß kann zugleich zur Aufnahme der zuckerigen Flüssigkeit dienen, da mit dem Erweichen der Rüben auch ein Auslaufen ihres Zuckers, wenn auch nur in sehr geringem Grade, erfolgt. Das zuerst ablaufende Wasser soll aber entfernt werden, weil es den unangenehmen Rübengeruch oder Geschmack in hohem Grade besitzt.

Die rasche und vollständige Erhitzung der Rüben verhindert die nachtheilige Bildung von Milchsäure aus dem Zucker. Sicher wirkt hier die Erhitzung zerstörend auf den schädlichen Einfluß der stickstoffhaltigen Körper, welche die Milchsäurebildung bei einer mittleren Temperatur vorzugsweise befördern. Die Zerkleinerung der Rüben braucht behuf ihrer Gährung nicht vollständiger erreicht zu werden, als nöthig wäre um bei ihrer Destillation ein Verstopfen der Zu- und Ableitungsröhren und Hähne zu verhüten. Die Erfahrung zeigt, daß bei

der Gährung auch der in den Rübenstücken enthaltene Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerlegt wird. Gewöhnliche glatte Kartoffelquetschwalzen lassen sich nicht verwenden, weil die Rüben von den glatten Walzen nicht gefaßt werden. Man verwendet deshalb flachgereifte Walzen und bringt über denselben eine Vorrichtung an, wodurch die Rüben zunächst gröblich zerschnitten oder zerkleinert werden. Nicht selten benutzt man auch Reibmaschinen, wie sie in den Zuckerfabriken gebräuchlich sind. Die Zähne derselben können bedeutend länger seyn, da eine feine Zerkleinerung wie schon angegeben gar nicht nöthig wird.

Die Abkühlung des gewonnenen Breies soll, um einer schädlichen Säuerung vorzubeugen, möglichst rasch erfolgen; man verwendet dazu gewöhnliche Kühlen, auf welchen der Brei fleißig zu rühren ist, um immer neue Flächen oder Theile mit der Luft in Berührung zu bringen.

Obgleich die Rüben oft mehr als 80 Prozent Feuchtigkeit besitzen, so bildet der Rübenbrei doch noch eine sehr steife Masse, die einen größeren Zusatz von Wasser erfordert, um sich mit der Hefe gut vermischen zu lassen. Es werden dazu auf 100 Pfund Rüben mindestens 50 Pfund Wasser nöthig, so daß in einer solchen Rübenmaische auf 1 Pfund trockene Substanz etwa 7 Pfund Wasser kommen.

Als Ferment zeigt sich der Zusatz einer reichlichen Menge reiner Bierhefe als das vortheilhafteste, da die Hefenansätze oder gährenden Getreidemaischen, wenigstens nach den in der Hohenheimer Brennerei gemachten Erfahrungen, kein besseres Resultat erlangen ließen. Man verwendete in dieser Brennerei von der im Winter billig zu erhaltenden Unterhefe $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Maß auf 1 Zentner der eingemaischten Rüben. Dieser reichliche Zusatz der durch das beigemischte Hopfenbitter langsamer wirkenden Hefe scheint für die zur lebhafteren Gährung geneigte Rübenmaische besonders geeignet. Die Gährung erfolgt dennoch rasch und ist mit einer bedeutenden Vermehrung des Volumens verbunden, so daß man fast den fünften Theil des Gährbottichs hierzu leer lassen muß. Die so bedeutende Raumvermehrung läßt sich durch den Zusatz von etwas Schwefelsäure, etwa $\frac{1}{10}$ Prozent des Rübengewichts, mit Wasser verdünnt, etwas verringern. Statt der Schwefelsäure wurde in der Hohenheimer Brennerei ein Zusatz von ausgekäster Milch oder Molke, etwa 1 Prozent der Maische, mit weit günstigerem Erfolge angewandt.

Immerhin erfordern die Rüben, auf diese Weise verarbeitet, einen so bedeutenden Gährraum, daß bei einer höheren Besteuerung dieses Raums keine lohnende Ausbeute zu erhalten ist, da nicht wohl über 4 Prozent Alkohol aus dem nöthigen Maischraum zu gewinnen sind, während dieser bei Kartoffeln fast das Doppelte liefert. Vortheilhaft zeigt sich dagegen diese Verarbeitung der Rüben in Substanz, in Betreff des zu gewinnenden Futters oder der Schlempe, indem diese von dem Viehe sehr gern gefressen wird und zum Anbrühen oder Verbessern anderer Futtermittel sehr geeignet gefunden wird.

In den größeren Brennereien Norddeutschlands verarbeitet man sehr häufig Rüben und Kartoffeln auf gleiche Weise mit einander und erhält dadurch aus dem gleich hoch besteuerten Maischraume eine höhere Ausbeute als aus den Rüben allein, in gleichem Grade aber aus den dabei verwendeten Kartoffeln eine geringere, da diese für sich allein verarbeitet eine weit höhere Ausbeute liefern würden. Zusätze von Getreide oder Melasse lieferten in der Hohenheimer Brennerei keinen bessern Ertrag aus den Rüben. In andern Brennereien will man jedoch durch den Zusatz von Melasse bessere Resultate erlangt haben.

Verarbeitung des Rübensafts. Für den größern, mehr fabrikmäßigen Brennereibetrieb eignet sich die angegebene Verarbeitung der Rüben in Substanz weniger, als für den kleineren Betrieb, weil die Verwerthung einer bedeutenden Menge Schlempe nicht immer möglich wird und es dabei wünschenswerth ist, das erzeugte Futter nicht nur für einen weiteren Transport geeigneter zu erhalten, sondern auch länger aufbewahren zu können, als innerhalb der Zeit, in der die Rüben mit Vortheil zu verarbeiten sind. Auch beschränkt die konsistentere Maische die Zweckmäßigkeit der größern Destillirapparate.

In den größeren Brennereien des nördlichen Frankreichs, wo die Verwendung der Rüben zu Branntwein im ausgedehntesten Maße Statt findet, wird allgemein zunächst der Saft aus den Rüben gewonnen. Es geschieht dies in den meisten Fällen durch das Reiben und Pressen, wie in den Zuckerfabriken, aber auch durch Auslaugen oder Mazeriren der Rüben.

Bei dem Reiben und Pressen verwendet man eine größere Menge Wasser, oft mehr als 20 Prozent des Rübengewichts, theils um den Zucker vollständiger zu gewinnen, dann aber auch um eine bessere

Gährung zu erlangen, wozu man den Saft nur bis einige und 20° R. erwärmt anfangs mit Preßhefe, dann aber mit dem bereits gährenden Saft vermischt. Die Gährung des verdünnten Safts erfolgt rasch und ist nach 20 Stunden dort schon beendigt. Ohne Wasserzusatz verläuft die Gährung des rohen Safts nicht regelmäßig und liefert ein sehr schlechtes Produkt. Die Verdünnung des Safts vermindert aber die Ausbeute an Branntwein aus dem nöthigen Maischraume so bedeutend, daß auch hier kaum 4 Prozent Alkohol aus demselben gewonnen werden, was diese Verarbeitung der Rüben bei einer höheren Besteuerung des Maischraums eben so wenig anwendbar macht, als die Verarbeitung in Substanz. Dabei erfordert die Gewinnung des Saftes durch Reiben und Pressen eine sehr kostspielige Einrichtung neben einer theuren Maschinen- und Handarbeit.

Viel einfacher und mit weniger Aufwand gewinnt man für die Brennerei den Saft durch das Auslaugen oder Mazeriren der Rüben, wie dies bereits auf verschiedene Weise in den Zuckerfabriken ausgeführt wurde.

Die Rüben werden hierzu am zweckmäßigsten in schmale dünne Streifen geschnitten und diese zunächst in reinem oder bereits zuckerhaltigem Wasser so lange bei einer Temperatur, die 70° R. nicht überschreiten darf, erhitzt, bis sie ganz abgewelkt aber noch nicht erweicht erscheinen. Die so abgewelkten Schnitte können dann sowohl mit kaltem als warmem Wasser vollständig ausgelaugt oder von Zucker befreit werden. Die Schnitte verlieren schon durch das Abwelken einen Theil ihres Zuckers, der sich in der Flüssigkeit, worin sie erhitzt werden, vertheilt. Durch wiederholtes Abwelken neuer Portionen Schnitte in einer und derselben Flüssigkeit ist diese fast von gleichem Zuckergehalte zu gewinnen, wie er in den Rüben selbst enthalten ist. Sobald dies erreicht ist, wird eine neue Portion Flüssigkeit, die bereits zum Auswaschen der zuvor abgewelkten Schnitte diente, zum Abwelken neuer Schnitte benutzt.

Da diese Flüssigkeit bereits zuckerhaltig ist, so genügen dann weniger frische Schnitte, sie hinreichend zu konzentriren, worauf wieder eine neue Portion von der Waschflüssigkeit zum Abwelken benutzt wird. Erfolgt die Auswaschung der abgewelkten Schnitte auf zweckmäßige Weise, so ist dazu nicht mehr Wasser nöthig, als man durch das Abwelken neuer Schnitte hinreichend konzentriren kann.

Zu einer solchen Saftgewinnung wurde bereits seit mehreren Jahren in der Brennerei zu Hohenheim der in der dortigen technischen Werkstatt vorhandene Dombasle'sche Mazerationsapparat verwendet, dabei aber zum Abwelken die doppelte Portion Wasser vom Gewicht der Schnitte benutzt. Die Erfahrung zeigte nämlich, daß eine gleichmäßige Erhitzung dringend nöthig sei, da weder die zu stark noch die zu schwach erhitzten Schnitte durch Auswaschen ihren Saft schnell genug verlieren; zu dieser gleichmäßigen Erhitzung wird aber eine größere Menge Flüssigkeit nöthig, um eine bessere Vertheilung der Wärme zu erlangen.

Eine nähere Beschreibung der Hohenheimer Saftgewinnung findet man in den Mittheilungen von Hohenheim vom Jahr 1855. Da die Auswaschung mit dem Dombasle'schen Apparate für einen ausgedehnteren Betrieb nicht so passend erschien, so wurde deshalb von mir im Laufe des letzten Winters bei einer größeren Brennereianlage eine andere Vorrichtung zu diesem Zwecke in Anwendung gebracht, die ein sehr befriedigendes Resultat gewährte.

In dieser Brennerei werden täglich 400 bis 500 Zentner Rüben durch Reiben und Pressen, und 250 Zentner durch Mazeration verarbeitet. Das Reiben und Pressen der Rüben geschieht hier, um einen Theil der Futterabfälle so zu gewinnen, wie sie als ein bewährtes gesundes Futter längere Zeit aufzubewahren sind und auch den Transport nach entfernter liegenden Gütern gestatten. Durch die Mazeration wird zugleich eine weitere Benutzung des Maschinendampfes erreicht, was die Verbindung der beiden Saftgewinnungsarten um so vortheilhafter macht. Obgleich die Erfahrung jetzt gezeigt hat, daß sich die Mazerationsrückstände gleichfalls länger aufbewahren lassen, so erfordern sie jedoch mehr Raum und sind für den Transport weniger geeignet, liefern aber ein besseres Milchfutter, als die Preßrückstände.

Zum Abwelken der in dünne schmale Streifen geschnittenen Rüben, mittelst des abgehenden Dampfes, dienen hier zwei größere Holzgefäße, welche unten drei Böden haben, wovon die beiden oberen, wie bei den Robert'schen Abdampfapparaten, durch Röhren mit einander verbunden sind. Zwischen diesen beiden Böden und den Röhren findet der Maschinendampf hinreichend Raum, um keine Spannung zu erleiden, während der Saft in den Röhren, die den obern und untern Raum des Gefäßes verbinden, von dem Dampfe erhitzt wird. Statt

dieser Einrichtung könnte auch einfacher ein hinreichend weites Schlangenrohr zur Erwärmung dienen. Zur Aufnahme der Rübenschnitte ist in jedes Gefäß ein besonderer Rahmen mit einem Siebboden einzutauchen und mittelst einer oberhalb befindlichen Winde sammt den Schnitten in die Höhe zu ziehen. Jedes Gefäß wird etwa 12 Zentner Flüssigkeit zum Abwelken von je 6 Zentner Schnitte gefüllt, und nach zwei Abwelkungen einer solchen Portion erfolgt im Laufe des Betriebs jedes Mal die Erneuerung dieser Flüssigkeit.

Zum Auslaugen oder Auswaschen der abgewelkten Schnitte dienen 10 Abtheilungen, die in einem 25 Fuß langen 3 Fuß breiten und etwa eben so hohen Behälter angebracht sind. Sie haben die Form von Halbzylindern, deren Seitenränder an einander stoßen und so in dem Behälter muldenförmige Vertiefungen bilden, die von Kupferblech hergestellt sind. In jeder Abtheilung liegt zur Aufnahme der Rübenschnitte eine Einlage, die der Form oder Rundung der Abtheilung entspricht. Diese Einlagen bestehen aus Rahmen von schwachem Rundeisen, deren Seitenflächen mit verbleitem Eisenblech ausgekleidet, deren Böden aber mit einem Siebe aus Messingdraht versehen sind. Um den Inhalt der einen Einlage in die nächstfolgende bringen zu können, sind die Rahmen auf der einen Seite mit der Wand des Behälters durch Zapfen oder Scharniere verbunden, während die andere Seite durch ein Seil, welches über oberhalb angebrachte Rollen läuft, leicht aufzuziehen ist, was nur so weit nöthig wird, daß die Flüssigkeit von den Schnitten ablaufen kann, worauf das völlige Ausleeren durch weiteres Umdrehen oder Umkippen der Einlage mit der Hand möglich wird.

Der Behälter steht an dem einen Ende um 1 Fuß höher als an dem andern. In die obere Abtheilung ist das bereits erwärmte Wasser aus dem in der Nähe befindlichen Dephlegmator des Rektifikationsapparats zu leiten. Dieses Wasser wird durch seitwärts angebrachte Röhren aus der einen Abtheilung in die andere geleitet und zwar so, daß es vom Boden der einen bis zum Niveau der anderen fließt. Die Leitung findet dabei abwechselnd auf der linken und rechten Seite Statt, was eine bessere Zirkulation der Flüssigkeit bezweckt. Vor dem unteren Ende der Leitungsröhren ist ein größeres Sieb angebracht, um ein Verstopfen der Röhren zu verhüten, im Fall in die Abtheilung selbst einzelne Schnitte gekommen seyn sollten.

Sind sämmtliche Abtheilungen mit Wasser gefüllt, so werden die abgewelkten Schnitte in Portionen von 1 Zentner zunächst in die Einlage der unteren Abtheilung gebracht, aus welcher sie dann bald durch Aufziehen in die Einlage der nächstfolgenden Abtheilung zu bringen sind, die ausgeleerte aber sogleich wieder mit einer neuen Portion Schnitte zu füllen ist. Dieses Ausleeren der einen Einlage in die andere und Wiederfüllen derselben kann stets rasch aufeinander folgen, selbst wenn die Flüssigkeit in den Abtheilungen bereits Zucker aufgenommen hat, was in den oberen oder letzten Abtheilungen immer nur wenig seyn wird, da hier stets so viel reines Wasser zufließt, als zum Abwelken neuer Schnitte nöthig wird. Aus der letzten Abtheilung fallen die völlig ausgelaugten Schnitte in eine geneigt liegende Rinne, in der sie leicht bis in die Nähe des Stalls in einen größeren Behälter gleiten.

Mit dem Aufziehen und Umleeren der Schnitte oder Einlagen sind 2 Arbeiter beschäftigt, wovon jeder 5 Abtheilungen zu besorgen hat. Zunächst werden die Einlagen so weit aufgezogen, daß die Flüssigkeit von den Schnitten ablaufen kann, damit nicht die konzentrirtere Flüssigkeit mit den Schnitten in die verdünntere oder zuckerärmere der nächsten Abtheilung kommt. Diese vollständigere Trennung der verschieden konzentrirten Flüssigkeit trägt sehr wesentlich zur schnellen Auslaugung bei und verschafft dieser neuen Auslaugung die Vorzüge der Dombasle'schen dem gewöhnlichen Verfahren gegenüber, bei welchem nur die Flüssigkeit zirkulirt, was eine Vermischung derselben nicht vermeiden läßt. Andererseits gewährt die auch hier Statt findende Leitung der Flüssigkeit aus einem Gefäße in das andere die Vortheile einer ununterbrochenen Zirkulation, die bei der Dombasle'schen Auslaugung nicht Statt findet und doch zur Beschleunigung der Operation so erwünscht ist.

Um die zum Abwelken erforderliche Flüssigkeit, die aus der unteren Abtheilung des Auswaschbehälters ununterbrochen abfließt, aufzufangen oder zu sammeln, ist noch ein besonderes Reservoir vorhanden, aus welchem sie dann in das Abwelkgefäß abgelassen wird, sobald aus diesem die hinreichend konzentrirte Flüssigkeit entfernt wurde. Bevor dies geschieht, wird die gesättigte Flüssigkeit bis zum Kochen erhitzt, wozu hier direkter Dampf zuzuleiten ist. Vor dem Kochen wird der Flüssigkeit auch die zur Zersetzung des krystallisirbaren Zuckers in Traubenzucker nöthige Menge Schwefelsäure, $^1/_{10}$ Prozent vom Gewicht des Saftes, zugesetzt.

Was von dem abgehenden Maschinendampfe nicht beim Abwelken der Schnitte absorbirt wird, dient nicht nur zum Erwärmen der Flüssigkeit in dem Reservoir, sondern wird von hier auch noch unter die Abtheilungen des Auswaschbehälters geleitet, was die Flüssigkeit hier auf einer Temperatur von etwa 60° R. erhält. Die Auslaugung erfolgt bei dieser Temperatur so rasch, daß es möglich wird, die Flüssigkeit durch das Abwelken der Schnitte stets so weit zu konzentriren, daß ihr Zuckergehalt dem des Saftes in den Rüben fast gleich kommt.

Das Abwelken einer Portion erfordert mit dem Einfüllen, Aufziehen und Kochenlassen etwa 1 Stunde, so daß in beiden Gefäßen binnen 20 Arbeitsstunden 40 Abwelkungen vorzunehmen sind. Bei einer Portion zu 6 Zentner zum Abwelken und 1 Zentner zum Auslaugen müssen binnen einer Stunde 12 Zentner ausgelaugt werden, also 12 Füllungen und 12 Ausleerungen Statt finden, jede also 5 Minuten nach der andern folgen.

Da das Aufziehen einer doppelten Portion Schnitte, sowohl nach dem Abwelken als bei dem Auswaschen, keine Schwierigkeiten macht, so wird es durch Vergrößerung der Gefäße leicht seyn, das Doppelte oder circa 500 Zentner Rüben mit einem solchen Apparate zu verarbeiten, dessen Herstellungskosten etwa 2000 Gulden betragen.

Nach dem Aufkochen des Saftes fließt dieser in einen Monte-jus, aus welchem er mittelst Dampf in ein höher stehendes Reservoir gedrückt wird und von hier zur Abkühlung kommt.

Zur schnellen Abkühlung einer so bedeutenden Menge Saft dient hier die in den Nachträgen zur Bierbrauerei bereits erwähnte Einrichtung (Supplemente, Bd. I. S. 438). Sie besteht aus einer etwa 4 Fuß breiten, 1 Fuß tiefen und gegen 50 Fuß langen Rinne, die an dem einen Ende um 3 Fuß höher als am andern steht. In dieser Rinne liegen auf seitwärts angebrachten Leisten zwei Metallflächen übereinander, die aus Tafeln von verbleitem Eisenblech hergestellt sind. Die einzelnen Tafeln, welche nur dachziegelartig über einander liegen oder einander decken, sind auf beiden Flächen oder Seiten mit Holzleisten versehen, wodurch sie die zur Bildung einer ebenen Fläche nöthige Festigkeit oder Steifheit erhalten. Von diesen Leisten sind zwei breitere unterhalb in der Breite der Kühlrinne angebracht, während 18 schmälere oder halbrunde Holzstäbe der Länge der Rinne

nach auf den Blechtafeln befestigt sind. Diese bilden hier kleine flache Kanäle, welche auf den einzelnen Tafeln mit einander korrespondiren und in welchen der abzukühlende Saft aus einem Vertheilungsbehälter die ganze Länge der Kühlrinne durchläuft, während ihm vom unteren Ende her, mittelst eines Ventilators ein starker Luftstrom entgegen bläst. Da dieser Luftstrom die Kühlflächen von allen Seiten umgibt, so erfolgt die Abkühlung des Saftes auch außerordentlich rasch. Die Kühlrinne ist oberhalb mit einzelnen aber gut schließenden Deckelplatten von Holz bedeckt. Die leichte Entfernung dieser Deckel und der einzelnen Blechtafeln macht eine leichte und vollständige Reinigung möglich.

Da hier auch der durch Pressen gewonnene Saft mit einem Zusatze von Schwefelsäure bis zum Kochen erhitzt wird, so sind zwei solcher Kühlvorrichtungen vorhanden, womit es möglich wird, täglich 600 bis 700 Zentner Saft vom Siedepunkte bis zur Anstellungstemperatur, 18 bis 20 ° R., abzukühlen.

Die Erhitzung des Safts bis zum Sieden macht es möglich, auch bei dem konzentrirten Preßsafte eine regelmäßige und vollständige Vergährung zu erlangen, wozu man in Frankreich genöthigt ist, den ungekochten Saft mit einer größern Menge Wasser zu verdünnen. Wie sehr das Sieden des Safts den regelmäßigen Verlauf der Gährung fördert, zeigt schon der reinere Geschmack des Branntweins aus solchem Safte; denn der unangenehme Geschmack ist in der Regel nur die Folge einer schlechten Gährung.

Sowohl das Sieden als die Anwendung einer Kühlung, wobei wie hier eine starke Verdunstung Statt findet, lassen eine höhere Ausbeute an Alkohol aus dem versteuerten Maischraume gewinnen, die hier bei der Verarbeitung guter Rüben über 6 Prozent beträgt. Wenn eine solche Ausbeute auch noch nicht die der Kartoffeln erreicht, so reicht sie doch schon hin, die Verarbeitung der Rüben, selbst bei einer höheren Besteuerung des Maischraums, zuzulassen. Es ist aber auch wohl möglich, daß bei der hier angegebenen Gewinnung des Saftes noch eine weitere Konzentration durch die gleichzeitige Verwendung von getrockneten Rüben erlangt werden könnte, wenn es nicht vorzuziehen wäre, statt des Aufwandes zum Trocknen eine Abdampfung des Safts noch vorzunehmen.

Die Erfahrungen, welche man in den Zuckerfabriken beim Auslangen der getrockneten Rüben gemacht hat, zeigen, daß dies nicht so

einfach zu erlangen ist, wie das Auslaugen der frischen Rüben. Man hat nämlich in jenen Fabriken, durch die hohen Spirituspreise veranlaßt, den Abfall beim Trocknen (die sogenannten Darrabfälle, kleinere Rübenstücke, welche durch die Darrfläche fallen) in den letzten Jahren zur Gewinnung von Branntwein benutzt, dabei aber die Erfahrung gemacht, daß es in den vorhandenen Mazerationsgefäßen, die zum Auslaugen der zuvor mit Kalkmilch behandelten trockenen Rübenschnitte dienen, nicht möglich wurde, jene Abfälle ohne zuvorige Behandlung mit Kalk auszulaugen. Man war dadurch genöthigt, vor der Gährung diesen Kalkzusatz mit Schwefelsäure wieder zu entfernen, was wieder eine Abdampfung des gewonnenen Safts nöthig machte, um den nachtheiligen Gypsgehalt aus dem Safte zu entfernen.

Es ist nun nicht unwahrscheinlich, daß diese Kalkung der getrockneten Rüben nur durch die Art der Auslaugung geboten wird, worüber noch weitere Versuche entscheiden müssen. Der Kalkzusatz dient nämlich nicht allein zur Verhütung einer Säurung und zum Gerinnen des Eiweißstoffes, sondern er bezweckt auch ein völliges Aufquellen der getrockneten Schnitte, was ihrer Einfüllung in die Mazerationsgefäße vorhergehen muß. Erfolgt dies Aufquellen erst in den Gefäßen selbst, so bewirkt dies eine solche Verdichtung der Masse, daß das Durchfließen des Safts ganz verhindert wird. Bei der hier angegebenen Auslaugung ist nun aber eine solche Verdichtung nicht zu fürchten; ist diese daher allein die Ursache des Mißlingens einer einfachen Auslaugung der getrockneten Schnitte, so steht nicht zu bezweifeln, daß durch diese noch eine weitere Konzentration zu erlangen sey.

Aus nur getrockneten Rüben den Saft zu gewinnen, würde sicher die Kosten des Trocknens nicht lohnen, was eher der Fall wäre, wenn die getrockneten Rüben nur zur weiteren Konzentration des aus den frischen Rüben gewonnenen Safts dienen sollen.

Die Zerkleinerung der getrockneten Rüben, um aus denselben eine konzentrirtere Maische herzustellen, wird nur durch eigens dazu konstruirte Walzen oder durch Stampfen möglich. Jede stärkere oder anhaltende Reibung verursacht ein Erweichen der Schnitte, was dann keine weitere Zerkleinerung zuläßt.

Es scheint wohl möglich, daß man das Trocknen der Rüben bei jeder Kesselheizung durch Benutzung der durchs Kamin entweichenden

Wärme erreichen könnte; der erforderliche Luftwechsel, welcher diesen Wärmeverlust bis jetzt nöthig macht, wäre sicher bei der jetzt erlangten Vervollkommnung unserer Dampfmaschinen durch künstliche Ventilation mit Vortheil zu ersetzen.

Der oft gerühmte Vortheil, durch das Trocknen der Rüben der Betriebszeit eine längere Dauer geben zu können, wird, wie die Erfahrung in den Zuckerfabriken zeigt, weniger erreicht als die Möglichkeit, die getrockneten Rüben aus größerer Entfernung beziehen zu können.

Was nun die Gährung des gekochten Rübensafts betrifft, so wird diese zunächst mit Bier- oder Preßhefe bewirkt, dann aber durch Benutzung des bereits in Gährung begriffenen Saftes fortgepflanzt. Neben dieser Benutzung etwa des zehnten Theils bei größeren, oder des fünften Theils bei kleineren Quantitäten von dem gährenden Safte, hat sich die gleichzeitige Verwendung von $^1/_8$ Pfund Preßhefe auf 100 Maß Saft als vortheilhaft gezeigt. Statt dieser kann aber auch der zähe Hefenschaum dienen, der sich auf dem Safte nach 12 bis 18 stündiger Gährung zeigt.

Obgleich der ein Mal in Gährung begriffene Saft eine sehr lebhafte Gährung besitzt, so hält es doch schwer, eine größere Menge Saft zusammen in Gährung zu bringen. Man erreicht die Gährung bei größeren Massen am sichersten, wenn man den Saft in kleinen Portionen in schon gährenden Saft bringt, wie dies in jener Brennerei der Fall ist, wo der Saft von der Kühle ununterbrochen direkt in den schon gährenden Saft geleitet wird, bis das Gefäß nahezu gefüllt ist. Gestattet es die Besteuerung, den zur Anstellung nöthigen gährenden Saft aus dem gefüllten Bottiche zu nehmen, so geschieht dies aus einem in voller Gährung befindlichen Bottich und bevor sich schon Saft in dem neuen Bottiche befindet. Die Nachfüllung oder das Ersetzen des herausgenommenen Saftes erfolgt erst nach Beendigung der lebhaftesten Gährung, was etwa 12 Stunden nach der Füllung der Fall ist. Ferner darf niemals so viel frischer Saft mit dem gährenden vermischt werden, daß die Gährung dadurch aufhört. Bei rascher Saftgewinnung und Benutzung mehrerer Gährgefäße ist es daher zweckmäßig, wenn man den frischen Saft in mehrere Gefäße vertheilt oder mit der Füllung derselben abwechselt.

Um die stärkere Schaum- oder Hefenbildung oder das Uebergähren zu verhüten, verwendet man mit Vortheil einen Zusatz von abgerahmter oder ausgekäster Milch oder süßer Molke, wovon man auf 100 Maß 1 bis 2 Maß bedarf. In Ermangelung solcher Molke leistet auch das Ueberspritzen einer Auflösung von grüner Seife gute Dienste.

Die Gährung des Rübensafts ist nach 48 Stunden vollständig beendigt, und man erlangt hier leicht eine Vergährung bis unter Null am Saccharometer.

Eine höhere Anstellungstemperatur scheint bei dem Rübensafte weniger nachtheilig als bei den Kartoffel- und Getreidemaischen, da die Bildung von Essigsäure dabei nicht bemerkt wurde. Auch zeigte die Erfahrung, daß es möglich sei, den gegohrenen Saft längere Zeit in gut geschlossenen Fässern ohne größeren Alkoholverlust aufzubewahren, was für die Zweckmäßigkeit dieser Saftgewinnung sprechen dürfte. Vor Allem empfiehlt sich aber die Methode durch die Reinheit des aus einem solchen Safte gewonnenen Sprits, dessen Qualität selbst ohne die Anwendung von Kohle genügte, auf dem größeren Markte mit den renommirtesten Spritsorten aus Norddeutschland in Konkurrenz zu treten.

Mazeration mit Schlempe. — Statt des Wassers läßt sich auch der abdestillirte Saft oder die Schlempe zum Auslaugen frischer Schnitte benutzen. Man erreicht dadurch eine Konzentration der in dieser Flüssigkeit löslichen und zum Theil sehr nahrhaften Stoffe, wodurch sowohl die Schlempe als die ausgelaugten Schnitte ein besseres Futter liefern. Ferner gährt die gewonnene Flüssigkeit auch ohne gekocht zu werden leichter als der rohe Saft, und liefert ein reinschmeckenderes Produkt.

Schon vor einigen Jahren wurde in der Hohenheimer Brennerei diese Mazeration mit der Schlempe in Anwendung gebracht und dadurch die erwähnten Vortheile erlangt, bevor man diese durch das Kochen des reinen Saftes erreichte. Die Schlempe zeigte dagegen auch den Nachtheil, daß eine Unterbrechung der Saftgewinnung sehr bald eine nachtheilige Säurung verursacht, und kein so gleichmäßig gutes Resultat liefert, als durch das Kochen erreicht wird. Die Fortpflanzung alter Fehler führt diese Nachtheile namentlich herbei.

Im vorigen Jahre wurde die Anwendung der Schlempe durch Payen als eine neue Methode von Champonnois bekannt gemacht.

Sie findet jedoch selbst in Frankreich nur in kleineren Brennereien eine Anwendung.

Gährenlassen der rohen Rübenschnitte. — Bei dem ausgedehnten Betriebe der französischen Rübenbrennereien, worin täglich oft mehrere tausend Zentner Rüben zur Verarbeitung kommen, hat die große Menge von abdestillirter Flüssigkeit, die Schlempe, welche direkt den Flüssen zugeführt wird, in manchen Gegenden sämmtliche Fische getödtet und dadurch in neuester Zeit eine andere Fabrikationsmethode in Anwendung bringen lassen, welche ihrer Einfachheit wegen hier nicht unerwähnt bleiben kann. Es ist dies die Methode des Herrn Leplay zu Douvrin bei La Bassée nicht weit von Lille. Die Rüben werden hier nur in Streifen geschnitten und diese sofort in die Gährbottiche gebracht, worin eine bereits gegohrene Flüssigkeit vorhanden; in dieser Flüssigkeit erwärmt man die Rübenschnitte mittelst direkt zugeleiteten Dampfes bis auf 28° C., worauf die Gährung rasch beginnt und der in den Schnitten enthaltene Zucker eben so vollständig in Alkohol und Kohlensäure zerfällt, als in dem ausgepreßten Safte. Die Menge der Flüssigkeit beträgt nur so viel, als zur vollständigen Bedeckung der Schnitte nöthig wird, wobei diese mittelst eines über denselben eingespannten Deckels unter der Flüssigkeit zu erhalten sind. Nach beendigter Gährung kommen nur die Schnitte zur Destillation und es wird eine und dieselbe Flüssigkeit immer wieder zur Gährung neuer Schnitte verwendet. Zu Douvrin wollte man von November bis Ende März die gleiche Flüssigkeit verwendet haben. Die Dauer der Gährung betrug dort nur 12 bis 15 Stunden.

Zur Destillation dienten drei größere eiserne Zylinder, welche auf einer Drehscheibe stehen, um sie beliebig unter einen Krahn bringen zu können, der zum Füllen und Ausleeren benutzt wird. Die ausgegohrenen Schnitte werden mit Drahtnetzen aus den Gährbottichen geholt und auf Siebbleche in den Destillationszylinder gebracht. Diese Bleche ruhen hier auf einer in der Mitte des Zylinders stehenden Stange, mit der sie auch nach der Destillation mittelst des Krahns herauszuheben sind. Die Zylinder werden nach der Füllung oberhalb mit einem aufgeschliffenen Deckel geschlossen und stehen untereinander durch Röhren so in Verbindung, daß die von unten nach oben durchstreichenden Dämpfe von dem oberen Theile des vorhergehenden in den unteren des folgenden Zylinders zu leiten sind. Jeder Zylinder steht außerdem

durch ein Rohr mit einem in der Mitte der Drehscheibe aufsteigenden Rohre in Verbindung, welches die zugeführten Alkoholdämpfe nach dem Abkühler leitet. Ferner können sämmtliche Zylinder mit einem Dampfrohre in Verbindung gebracht werden, wozu unten seitwärts eine entsprechende Oeffnung mit einer Verschraubung vorhanden ist.

Zwei dieser Zylinder stehen jedes Mal mit einander im Betriebe, während der dritte unter dem Krahne ausgeleert und aufs neue wieder gefüllt wird. Der zur Destillation dienende Wasserdampf strömt in den unteren Theil des zuerst gefüllten Zylinders, und oberhalb aus diesem treten dann die bereits alkoholhaltigen Dämpfe von dem ersteren in den unteren Theil des zweiten, aus welchem die alkoholreicheren Dämpfe von dem mittleren Rohre dem Abkühler zugeführt werden. Bis der dritte Zylinder ausgeleert und wieder gefüllt ist, sind auch die Schnitte in dem ersten ihres Alkohols beraubt. Die Drehscheibe wird dann so weit nach rückwärts geschoben, daß Nro. 1 unter dem Krahne steht, Nro 2. aber mit dem Dampfzuleitungsrohre verbunden werden kann und die aus Nro. 3 aufsteigenden Dämpfe zur Abkühlung gelangen. Ist Nro. 1 wieder mit frischen Schnitten gefüllt, so wird die Scheibe abermals um $\frac{1}{3}$ ihres Umfangs gedreht, wodurch Nro. 2 zum Ausleeren, Nro. 3 mit dem Dampfzuleitungsrohre und Nro. 1 mit dem Ableitungsrohre des Alkoholdampfes in Verbindung kommt u. s. f.

In der Brennerei des Herrn Leplay zu Douvrin bei La Bassée wurden auf diese Weise täglich 1400 Zentner Rüben verarbeitet, und es dienten dazu drei Zylinder von etwa 7 Fuß Höhe und $3\frac{1}{2}$ Fuß Durchmesser. Das Produkt dieser Destillation zeigte zwischen 36 und 40° Tralles oder Gay-Lussac und die Ausbeute war dieselbe, wie bei der Gewinnung des Safts durch Reiben und Pressen.

Versuche in der Hohenheimer Brennerei nach dieser Methode zeigten, daß aus 20 Zentnern Rüben, die in einem Gefäße von 600 württemb. Maß zur Gährung kamen, 19 Maß Spiritus zu 90 Prozent oder etwa 3 Prozent gewonnen wurden, was nahezu der in Frankreich erhaltenen Ausbeute gleichkommt.

Verarbeitung der Melasse.

Die Melasse besteht theils aus dem Zucker, welcher seine Krystallisationsfähigkeit verloren hat, theils aus solchem, welcher durch seine Verbindung mit dem bei der Destillation zugesetzten Kalk oder durch die schleimigen

und salzigen Verunreinigungen des Saftes an seiner Abscheidung in fester Form verhindert wurde. Ihr Gehalt an diesem nutzbaren Zucker wechselt zwischen 40 und 60 Prozent ihres Gewichts. Diese große Verschiedenheit in ihrer Brauchbarkeit, welche nicht leicht ohne nähere Untersuchung erkannt werden kann, macht die Verarbeitung der Melasse für den Brenner zu einem sehr unsicheren Geschäft. Ihr spezifisches Gewicht ist nicht maßgebend, da eine reine Melasse bei geringerem spezifischen Gewicht mehr Zucker enthalten kann, als eine spezifisch schwerere, mehr durch Salze und Schleim verunreinigte.

Die Melasse reagirt in der Regel sehr stark alkalisch, weil sie nicht selten neben dem Kalke eine größere Menge freies Kali enthält. Um den an Kalk gebundenen Zucker zur Alkoholbildung zu gewinnen und zur Zerstörung der alkalischen Reaktion, welche die weinige Gährung hemmen würde, ist die Melasse zunächst mit Schwefelsäure zu kochen, wodurch auch zugleich die etwa vorhandenen essig- und salpetersauren Verbindungen zerstört werden, die sehr nachtheilig auf den Gährungsprozeß einwirken könnten. Je nachdem mehr oder weniger Kalk bei der Fabrikation des Zuckers angewandt wurde oder davon in der Melasse zurück blieb, vermischt man mit 100 Pfund derselben ½ — 1 Pfund Schwefelsäure. Zuvor verdünnt man aber sowohl die Melasse als die Schwefelsäure mit Wasser, damit erstere beim Sieden über freiem Feuer nicht anbrennt oder bei der Erhitzung mittelst Dampf eine Vertheilung der Wärme und der Säure zuläßt; die Säure aber, damit sie in ihrem konzentrirten Zustande nicht zerstörend einwirkt. Das Sieden muß so lange fortgesetzt werden, bis die entweichenden Dämpfe nicht mehr stark säuerlich riechen, was bei alter Melasse vorkommen kann. Hierauf verdünnt man die Melasse im Gährbottiche noch mit so viel kaltem Wasser, daß sie eine Konzentration von 7—8° Baumé oder 12 bis 15 Prozent am Saccharometer zeigt. Dabei soll sie eine Temperatur von 20 bis 25° R. besitzen, weil hier eine höhere Temperatur bei dem Mangel an Kleber nicht nachtheilig, wohl aber durch die vorhandenen Salze, welche die Gährung hemmen, nöthig wird. Als Ferment verwendet man reine Bier- oder Preßhefe oder eines der genannten künstlichen Gährungsmittel, meist die reine Malzhefe. Das Ferment ist hier womöglich in reichlicher Menge anzuwenden, weil die Melasse keinen Stoff enthält, der durch die Bildung neuer Hefe eine kräftige Gährung herbeiführen könnte.

Da wo man Bierhefe verwendet, wird diese auch wohl mit Mehl oder feinem Schrot zu einem Teig vermischt, welchen man zuvor einige Tage zur Säuerung aufbewahrt, wodurch man eine bessere Gährung erlangen will.

Die Gährung der Melasse beginnt schnell, es zeigt sich bald ein großblasiger Schaum, so bald dieser verschwindet bemerkt man eine lebhafte Entwickelung der Kohlensäure, die mit kleinen schnell zerspringenden Bläschen hervorbringt und dabei später die ganze Masse in Bewegung bringt. Die Temperatur erhöht sich dabei leicht um 4—6° über die Anstellungstemperatur.

Je nachdem das angewandte Gährungsmittel kräftig wirkt und die Flüssigkeit konzentrirt ist, dauert die Gährung 3 bis 5 Tage, in der Regel kommt die Flüssigkeit am vierten Tage zur Destillation. Die Vergährung wird, wegen der vorhandenen Salze, selten unter 3 Prozent am Saccharometer erreichen. Den Gährraum hält man gern warm, oft wird er hierzu absichtlich auf mehr als 20° R. erwärmt, was aber nur bei kleineren Quantitäten nöthig ist.

Sobald die Temperatur der gegohrenen Flüssigkeit auf die des Gährlokals sinkt, kann man sie zur Destillation bringen.

Man gewinnt je nach Beschaffenheit der Melasse aus 100 Pfund 10 bis 14 Maß oder 16 bis 22 Quart Branntwein, aber selten mehr als 7 Prozent Alkohol aus dem benutzten Maischraum. Das Produkt besitzt anfangs einen minder angenehmen Geruch und Geschmack, der sich aber mit der Zeit verliert und immer rumartiger wird, weshalb man den Melassebranntwein auch gern zur Darstellung eines künstlichen Rums verwendet.

Brennapparate.

Noch heute finden wir nicht nur in kleinen landwirthschaftlichen Brennereien zur Verwerthung eigener Rohprodukte, sondern auch bei gewerbmäßigem Betriebe der Brennerei, ganz einfache Brennapparate aus Blase, Hut und Kühlschlange, kaum mit der Anwendung eines Vorwärmers verbunden. Es ist dies in der Regel der Fall, wo die Gewinnung eines sehr reinen Trinkbranntweins namentlich aus dem Getreide, den Hauptzweck des Betriebs ausmacht, wie z. B. in Holland und hier namentlich in Schiedam, wo unter 80 Brennereien nicht eine einzige mit einem vollkommenen Brennapparat gefunden wird.

Man verdient dort durch den Ruf des gewonnenen Produkts noch so viel, daß eine Ersparung an Brennmaterial nicht zur Verbesserung der Einrichtung Veranlassung gibt. Wie viel hier aber zu verbessern und zu ersparen wäre, das zeigen die Ströme von siedendem oder heißem Wasser aus den Brennereien, welche die die Stadt durchziehenden Kanäle zu dampfenden Gewässern machen, auf welchen die Schiffe des Oceans direkt das Material den Speichern der Brennereien zuführen, während andere nicht minder große Seefahrer das gesuchte Produkt aufnehmen, um wilde Völkerstämme entfernter Erdtheile mit der zivilisirten Welt in Verbindung zu bringen.

Während also der einfache Brennapparat zur abgesonderten Destillation noch in seiner ältesten Konstruktion zu finden ist, tauchen anderntheils noch jährlich Neuerungen bei solchen Apparaten auf, welche unmittelbar aus der Maische gleich Trinkbranntwein oder einen stärkeren Spiritus gewinnen lassen.

Im nördlichen Deutschland findet noch immer der sogenannte doppelte Pistorius'sche Apparat die allgemeinste Verbreitung. Derselbe besteht aus zwei Maischblasen, einem Vorwärmer mit Lutterbehälter, mehreren Dephlegmirbecken oder Tellern und einer gewöhnlichen Kühlschlange.

Zur Heizung des Apparats mittelst Dampf zeigt Figur 6 (Tafel 39) in einem Längendurchschnitte A und B die leichten Maischblasen, C den Vorwärmer, D den Lutterbehälter, E die diesem Apparate eigenthümlichen Dephlegmirbecken.

Aus dem Vorwärmer C wird die Maische durch das Ventil a nach B und von hier durch b nach A abgelassen. Die Wasserdämpfe treten durch das Rohr c in die untere Blase A; das Rohr d führt die hier aufsteigenden Dämpfe nach B; die hier sich entwickelnden Dämpfe werden durch das Rohr e in den Lutterbehälter D geleitet, wo sie durch die Kappe f genöthigt werden die Flüssigkeit zu durchstreichen, welche sich hier im Laufe der Destillation sammelt. Die nach beendigter Destillation in dem Lutterbehälter zurück bleibende Flüssigkeit kann durch ein hier nicht sichtbares Hahnrohr nach B abgelassen werden. Die Verlängerung von e, welche in die Blase B zurückführt, leitet die etwa mit fortgerissenen Maischtheile wieder in die Blase, und das gebogene Rohrstück g, welches gleichfalls mit dem Rohre e verbunden ist, dient als Sicherheitsrohr, theils um bei etwaigen Luftverdünnungen

im Innern des Apparats den Zutritt der Luft zu erleichtern, theils um eine Ueberfüllung der Blase B zu verhüten, oder beim Ueberkochen der Maische die Verunreinigung der übrigen Theile des Apparats durch die Maische zu verhüten, endlich um die Schwankungen des Drucks der Dämpfe etwas auszugleichen, welche durch ihre plötzliche oder stoßweise Entwickelung am Auslaufe des Abkühlers bemerkbar werden. Die aus dem Lutterbehälter aufsteigenden Dämpfe, die hier den Vorwärmer von allen Seiten umgeben, gelangen durch das Rohr h in das untere der drei Becken E. Von h führt ein gebogenes Rohr i die in den Dephlegmirbecken kondensirte Flüssigkeit in den Behälter D zurück. Jedes der Dephlegmirbecken E besteht aus einer flachen linsenförmigen Schale, die zur Aufnahme des Dephlegmirwassers mit einem Rande versehen ist. Innerhalb der Schale nöthigt eine Scheibe oder Fläche die von unten nach oben aufsteigenden Dämpfe, vom Rande des Beckens her unter der oberen eigentlichen Dephlegmirfläche desselben zu streichen oder zu ziehen, um aus der Mitte in das nächst obere Becken zu gelangen, in welchem die Dämpfe dann wieder durch eine solche Scheidewand gezwungen werden sollen, sich in dem Becken gleichmäßig zu verbreiten, bis sie aus dem obersten Becken durch das Rohr k dem Abkühler zugeführt werden. Das Rohr l leitet das kältere Wasser auf das obere Becken, von welchem es mehr erwärmt durch die Rohrstücke m und n auf die nächst unteren Becken fließt, von wo es dann durch das Rohr o zur Speisung des Dampfkessels abgeführt wird.

Blasen und Vorwärmer sind mit Rührern p versehen. Durch Oeffnen des Hahns q, der aus der unteren Blase zur Probierschlange führt, läßt sich die Beendigung des Abtriebs erkennen. Die Luftventile r und r' auf den Röhren d und e verhindern ein Uebersteigen der Maische beim Ablassen der Schlempe und beim Füllen der unteren aus der oberen Blase.

Man gibt der unteren Blase A in der Regel einen um 50 Prozent einer Füllung größeren Rauminhalt, der bei der oberen Blase um $^1/_7$ geringer sein kann. Beträgt mithin eine Maischfüllung 1000 Quart, so soll der Rauminhalt der unteren Blase 1500 Quart und der der oberen 1285 Quart betragen. Die Dauer eines Abtriebs wird mit Einschluß des Ablassens und Wiederfüllens zu 2 Stunden angenommen. Werden täglich 100 Berliner Scheffel oder Zentner

Kartoffeln verarbeitet und 7000 Quart Maische daraus gewonnen, so würde ein solcher Apparat genügen um diese Maische in der bei der Besteuerung des Maischraums gestatteten Betriebszeit von 14 Stunden in 7 Füllungen abzutreiben.

Was das Zweckmäßige und Unzweckmäßige der Konstruktion des Pistorius'schen Apparats betrifft, so ist zunächst anzuführen, daß die Benutzung von zwei Maischblasen statt einer, wie dies bei den älteren Apparaten meist der Fall war, den Vortheil eines weit rascheren Abtriebs und vollständigeren Gewinnung des in der Maische enthaltenen Alkohols gewährt.

Diese Beschleunigung des Abtriebs wird theils durch die Zulässigkeit einer lebhafteren Heizung oder Kochung der unteren Blase, theils durch die höhere Temperatur, welche die Maische in dieser Blase durch die größere Spannung der Dämpfe annimmt, bewirkt. Diese Spannung, durch das Eintauchen der Röhren d und e, verursacht eine höhere Temperatur in der Blase A und dadurch eine schnellere Abscheidung der Alkoholtheile aus der Maische. Diese durch den Gegendruck bewirkte schnellere Trennung des Alkohols von der Maische führt auch eine leichter zu erreichende vollständige Abscheidung des in der Maische enthaltenen Alkohols herbei und gestattet dadurch auch der Konstruktion des Brennapparats einen Einfluß auf die Ausbeute an Branntwein. Sicher hat diese Eigenschaft des Apparats, die er der Anwendung von zwei Maischblasen verdankt, das meiste zu seiner so allgemeinen Verbreitung beigetragen. Der Pistorius'sche Apparat würde diese Vortheile aber in weit höherem Grade besitzen, wenn die Form der Blasen eine für die Heizung mit Dampf und eine wiederholte Destillation geeignetere wäre. Die Blasen sind hierzu viel zu flach um bei der einfachen Zuleitung des Dampfes eine gleichmäßige und vollständige Mittheilung seiner Wärme erlangen zu können. Diese unvollständige Mittheilung der Dampfwärme vermindert aber die Vortheile der Dampfdestillation und der Anwendung von zwei Maischblasen sehr; denn nicht allein daß die Entgeistung dadurch verzögert wird, sondern daß dadurch auch weit alkoholärmere Dämpfe gewonnen werden, die einer wiederholten oder stärkeren Rektifikation auf Kosten des Brennmaterials bedürfen. Ferner werden hier jene Vortheile dadurch geschmälert, daß die Maische aus dem Vorwärmer nicht hinreichend erhitzt in die obere Blase

kommt. Es entsteht dieser Fehler durch die Form des Vorwärmers, welche zu dem kubischen Inhalte zu wenig und für dicke Maische eine nicht geeignete Wärmfläche darbietet. Die Erfahrung zeigt, daß weder vertikale noch horizontale Wärmflächen bei konzentrirter Maische eine durch die ganze Masse sich fortpflanzende Bewegung herbeiführen, die zur gleichmäßigen Erwärmung doch so nöthig ist. Die nicht hinreichend erhitzte Maische verursacht aber in der oberen Blase außer der längeren Unterbrechung, und wenn diese auch durch eine hier zulässige um so stärkere Heizung verkürzt werden kann, doch auch dadurch einen größeren Aufwand von Brennmaterial, daß die Alkoholdämpfe aus der unteren Blase von der kälteren Maische in der oberen völlig kondensirt werden, was den Alkoholgehalt der Maische vermehrt, statt daß dieser hier bei hinreichender Erhitzung sich vermindern sollte. Der größere oder vermehrte Alkoholgehalt der Maische erfordert aber immer eine längere Destillation und dadurch auch einen größeren Aufwand an Brennmaterial. Die nachtheilige Vermehrung des Alkohols in der oberen Blase wird noch bedeutender, wenn der Lutterbehälter D unterhalb des Vorwärmers die dephlegmirte Flüssigkeit nicht völlig fassen kann, was bei der nachzuweisenden unzweckmäßigen Konstruktion der Pistorius'schen Dephlegmirbecken um so eher der Fall sein wird, als hier eine Menge Alkoholtheile unnöthig niedergeschlagen werden, die direkt in den Lutterbehälter D zurückfließen.

Die Unzweckmäßigkeit der Dephlegmirbecken besteht aber vorzugsweise in der nicht zu erlangenden ganz horizontalen Lage der Zwischenplatte im Innern des Beckens. Diese Platte soll die aufsteigenden Dämpfe veranlassen vom Rande der Becken her die obere eigentliche Dephlegmirfläche gleichmäßig zu berühren. Liegt nun aber diese Zwischenplatte oder vielmehr ihr Rand nicht ganz genau horizontal, was hier kaum zu erlangen ist, dann werden jene Dämpfe stets vorzugsweise an der höheren Stelle den Rand passiren, denn der Dampf folgt bei seinem Aufsteigen eben so sicher zunächst dem höheren Punkte wie das Wasser bei seinem Laufe stets der tieferen Stelle zufließt. Kommt nun der Dampf vorzugsweise nur an einer Stelle mit der Dephlegmirfläche in Berührung, dann wird diese hier weniger wirken oder heißer bleiben, also auch wässerige Dämpfe durchlassen oder nicht kondensiren, während die minder erwärmten Flächen auch die alkoholreicheren Theile niederschlagen, welche dann unnöthig nochmals zu verdampfen sind.

Die Zulässigkeit einer stärkeren Heizung hat bei dem Pistorius'schen Apparate diesen Mangel durch die Anwendung einer größeren Anzahl Dephlegmirbecken bis jetzt weniger beachten lassen; er ist aber nicht zu bestreiten und aus dem größeren Verbrauch an Brennmaterial zur Gewinnung eines hochgradigen Produkts zu erkennen. Es steht dieser Aufwand an Brennmaterial ziemlich genau im Verhältniß mit der Menge des nöthigen Dephlegmirwassers oder mit der Menge von Wärme, welche durch dasselbe den Dämpfen zu entziehen ist, so daß diese Wärmemenge wenigstens annähernd eine Vergleichung über die Zweckmäßigkeit der Dephlegmireinrichtung gestattet.

Mit der stärkeren Heizung, die der Pistorius'sche Apparat erfordert, ist noch der weitere Nachtheil der Gewinnung eines unreinen Produkts verbunden. Die rasche Strömung der Dämpfe bewirkt in den engen Räumen der Becken ein Fortreißen des zunächst nur zu leichten Bläschen oder Tropfen kondensirten Phlegmas, wodurch dies auch in die kälteren Räume gelangt. Schon dieses mechanische Fortreißen bereits kondensirter Theile erfordert eine größere Dephlegmirfläche oder stärkere Abkühlung, wodurch wieder unnütze Kondensation und Wiederverdampfung verursacht werden. Wie sehr zur Gewinnung eines hochgradigen Sprits bei den Pistorius'schen Becken eine Vermehrung ihrer Dephlegmirflächen nöthig wird, zeigen die Apparate, bei welchen man nicht selten 12 solcher Becken über einander angebracht findet. Dann ist hier auch noch der Nachtheil anzuführen, daß eine gründliche Reinigung der Becken gar nicht möglich wird.

In neuester Zeit hat man die Pistorius'schen Becken dadurch zu verbessern gesucht, daß man neben Vergrößerung des Raums die innere Zwischenplatte mit einem Rande oder Bord versieht, um hier die kondensirte Flüssigkeit aus den oberen Becken aufzuhalten und dadurch länger den von unten aufsteigenden heißeren Dämpfen auszusetzen. Es führen dann zwei Röhren die Flüssigkeit von einer Abtheilung zur andern. Man findet bei dieser Einrichtung die Anzahl der Becken vermindert, ihre Fläche oder ihren Durchmesser aber vergrößert.

Zu den mehr verbreiteten Destillirapparaten gehört auch der in Figur 7 (Tafel 39) angegebene Apparat von Schwarz. Derselbe besteht aus dem Dampfkessel A, den beiden Maischblasen B und C,

dem Vorwärmer D mit dem Lutterbehälter E, den beiden Rektifikatoren F und G und dem Abkühler H J. K ist ein Reservoir für kaltes, und L ein solches für heißes Wasser. Aus letzterem wird der Dampfkessel durch das Rohr a[1] gespeiset, welches zugleich als Sicherheitsrohr für den Dampfkessel dient und deshalb auch oben in L mündet.

Wie aus den Durchschnitten ersichtlich, ist die Maische aus D durch das Rohr f[1] in die obere Blase und durch den Stöpsel g[1] in die untere Blase abzulassen. Das Rohr a leitet die Wasserdämpfe in B, und das Rohr dd die Lutterdämpfe aus B in C. Von hier führt das Helmrohr e die Dämpfe in den Raum E, von wo sie durch die Röhren ff, deren im Ganzen acht vorhanden sind, in den oberen Theil des Vorwärmers gelangen. Das Helmrohr hh leitet sie von hier in den unteren Raum des ersten Rektifikators, wo sie aufsteigend durch die vom Wasser umgebenen Röhren ii, deren hier zwölf vorhanden sind, in das Rohr ll, durch dies nach G und von hier auf gleiche Weise durch die Röhren mm und o endlich in den Abkühler treten. Die Zuleitung des kalten Wassers aus K geschieht durch die Röhren t und v, der Abfluß des erwärmten durch das Rohr g, welches durch die Röhrchen w und x mit den Rektifikatoren verbunden ist.

Der Dampfkessel A wurde von Schwarz in der Regel unterhalb mit Siedröhren versehen, welche zugleich die Seitenwände des Feuerraums bildeten; dies so wie die runde Form des Kessels, die seine Anfertigung von Kupfer bedingt, vertheuern denselben unnöthig, da die einfache Zylinderform aus Eisen billiger herzustellen ist. Der Hahn c[1] leitet die Dämpfe nach dem Kartoffeldampffasse, der Hahn v[1] in den Wasserkübel L, im Fall hier das Wasser siedend gemacht werden soll. Die Konstruktion der Maischblasen ist hier schon eine zweckmäßigere als bei dem Pistorius'schen Apparate, die Zuleitung der Dämpfe gewährt aber auch hier die Mittheilung der Dampfwärme nur unvollkommen. Die äußere Abkühlung wäre durch gute Umhüllung der Blasen leicht zu vermeiden. Die Einrichtung des Vorwärmers dürfte als zweckmäßig zu bezeichnen sein, nur sollte die Mittheilung der Dampfwärme vollständiger Statt finden als dies hier möglich wird. Bei der angegebenen Form des Behälters E und Zuleitung der Dämpfe werden diese die Flüssigkeit so rasch durchstreichen, daß sie nur höchst

unvollständig ihre wässerigen Theile dabei verlieren und deshalb alkoholarm zur Dephlegmirung in die Röhren i i kommen, wo ihre Rektifikation auch nur gering sein kann, weil in den runden geraden Röhren der größte Theil der Dämpfe der Abkühlung entgeht, indem das was sich davon als Bläschen kondensirt, von den nicht kondensirten Dämpfen meist mit fortgerissen wird. Diese unvollständige Dephlegmirung findet sowohl in F als in G Statt. Dabei ist die Abkühlung am unteren Theile der Röhren stärker als oben, weil sich das kältere Wasser unten und das wärmere oben befindet. Eben so tadelnswerth als diese Rektifikationen erscheint auch die Konstruktion des Abkühlers J, der gleichfalls aus einer Anzahl (12) gerader senkrechter Röhren besteht. Die abzukühlenden Dämpfe treten hier oberhalb ein und gelangen nur kondensirt in den unteren Raum r, von wo das Destillat bei s abfließt. In diesen Kühlröhren kann nur durch einen bedeutenden Aufwand von Kühlwasser eine genügende Abkühlung erlangt werden, weil die noch warme Flüssigkeit nicht Zeit behält, ihre Wärme zu verlieren.

Die Beendigung der Destillation wird durch das Oeffnen des Hahns s', dessen Oeffnung in einer Spitze endigt, erkannt, sobald der hier ausströmende Dampf sich nicht mehr entzündet. Die Schlempe wird dann aus B entfernt, die Maische aus C nach B abgelassen, dagegen C aus D wieder gefüllt, zugleich aber auch die Flüssigkeit aus E durch das Rohr i' nach C geleitet. Durch Oeffnen des Hahns k läßt man den Inhalt aus F nach E, und durch den Hahn k' von G nach F. G soll allein leer bleiben. Das Produkt, welches man mit dem hier angegebenen Apparate erhält, soll nur einige und 70 Prozent nach Tralles erreichen; will man ein stärkeres Produkt gewinnen, so werden noch ein oder zwei weitere Rektifikatoren nöthig, auch zeigen sich dann die Behälter unter denselben zu klein, weil zu viel wässerige Theile mit fortgerissen werden. Schwarz war übrigens der Erste, welcher sich bemühte, seinen Apparaten eine Einrichtung zu geben, die eine vollständige Reinigung möglich mache.

Die zweckmäßigere Aufstellung der beiden Maischblasen, direkt übereinander statt staffelförmig nebeneinander, findet man jetzt auch nicht selten bei den Pistorius'schen Apparaten, sowie auch die Einrichtung des Schwarz'schen Vorwärmers, welcher durch die Röhren eine bessere Erhitzung der konzentrirten Maischen erreichen läßt.

Eine Reihe verschiedener Brennapparate wurde von Gall angegeben, indem er dieselben auf verschiedene Weise zu verbessern suchte. Seine ersten Apparate bestanden aus hölzernen Gefäßen, wobei selbst der Dampferzeuger, wie dies schon Hermbstädt beschrieben, aus Holz hergestellt war; später beschränkte Gall die Benutzung der Holzgefäße auf Blasen und Vorwärmer. Man findet die nähere Einrichtung eines solchen Apparates in der Schrift: Der rheinische Dampfbrennapparat in seiner höchsten Vereinfachung. Trier 1834.

Hiernach besteht der Apparat aus einem Dampfkessel von gewöhnlicher Blasenform aus Kupfer, zwei Maischblasen und Vorwärmer von Holz, einem Lutterbehälter unter der Bezeichnung als Separator, einem Pistorius'schen Dephlegmator und einer gewöhnlichen Kühlschlange.

Der Apparat unterscheidet sich aber namentlich dadurch von dem Pistorius'schen, daß die beiden Maischblasen, wie dies von Kölle in seiner Branntweinbrennerei mittelst Wasserdämpfen (S. 433) angegeben, statt übereinander, neben einander aufgestellt, und beide direkt mit dem Dampfkessel in Verbindung zu setzen sind. Nur hat Gall auch die beiden Blasen unter sich durch Röhren verbunden und das dritte Gefäß höher gestellt, damit es für die beiden ersteren als Vorwärmer dienen kann. Es läßt dies die von Kölle schon als störend bezeichnete Füllung der einen Blase in die andere vermeiden und macht eine raschere Destillation möglich (vorausgesetzt daß die Maische im Vorwärmer bis zum Sieden erhitzt wird).

Gall hat später die Konstruktion seiner Apparate wieder in der Art abgeändert, daß er sämmtliche Gefäße von Metall herstellt und die Blasen zur Vermeidung einer Abkühlung nach außen in den Dampfkessel setzt, wie dies bei dem im III. Bande der Encyklopädie, S. 53, bereits angeführten Apparate meines Vaters der Fall ist, Gall glaubt durch die Wechselverbindung seiner Blasen unter sich und mit dem Dampfkessel, bei einem geringeren Blaseninhalte, nur durch verhältnißmäßige Vergrößerung der dampfbildenden, dampfkondensirenden und abkühlenden Flächen des Apparats, also unabhängig von der Größe der Maischblasen, beliebige Quantitäten Maische destilliren zu können. Ja er glaubt sogar, durch das Anbringen von drei Blasen in einem Kessel den Vorwärmer mit Vortheil entbehren zu können, und stützt dies auf die Berechnung der zur Entgeistung einer Blasenfüllung nöthigen Wärme, welche nicht allein hinreicht den Inhalt

der nächstfolgenden Blase zur Verdampfung zu bringen, sondern auch die frische kalte Füllung einer dritten Blase noch vollständig zu erhitzen.

Gall gibt die spezielle Beschreibung dieser Apparate in einer Darstellung seines Systems, die von ihm als Manuskript gedruckt der Versammlung der Land- und Forstwirthe in Altenburg vorgelegt wurde. Wir entnehmen hieraus die Beschreibung eines sogenannten Dampf-Marienbad-Duplikators wie folgt (Taf. 40):

Fig. 1. Grundriß oder Ansicht von oben.

Fig. 2. Ansicht von hinten.

Fig. 3. Unregelmäßiger senkrechter Längendurchschnitt.

A der im Querschnitt elliptisch gestaltete walzenförmige Dampfkessel.

B und C zwei Einhängblasen.

D die Emporblase, hier als eine wirkliche Blase zu einer dritten Destillation dienend.

E der Luttersammler, als Rektifikator und zur Speisung des Dampfkessels mit Lutter dienend.

F und G zwei zu reinigende Dephlegmatoren.

H ein verschlossenes Kühlfaß.

J ein darin enthaltener schlangenförmiger Kühler.

K die Feuermauer. (Fig. 1).

L die Ummauerung des Dampfkessels.

a Wasserzulaßröhre mit dem Hahn a' zur Regulirung des Wasserzuflusses. Durch diese Röhre steht das Kühlfaß H mit dem, hier nicht abgebildeten, etwas höher als der Dephlegmator G angebrachten allgemeinen Kaltwasserbehälter in Verbindung. Wird der Hahn a' geöffnet, so steigt, nachdem das Kühlfaß sich gefüllt hat, das Wasser aus dem oberen Raume desselben (also während des Betriebes erwärmtes Wasser) durch die Steigröhre b auf den Dephlegmator G, von welchem es durch die Ueberlaufröhre c auf den Dephlegmator F gelangt, um von diesem durch die Ueberlaufröhre c' sich in den Vertheilungstrichter d zu ergießen, welcher die Mündung der Speiseröhre e bildet. Ist der Speisehahn e' (Fig. 2) geöffnet, so fließt das Wasser in den Dampfkessel; ist jener Hahn aber gesperrt, so tritt das Wasser durch die Ueberlaufröhre f in die Warmwasserleitung f', um dem Wasserkochfaß der Brennerei zugeführt zu werden.

g (Fig. 3) ist die Tille der bis zur Mitte der Emporblase D in dieselbe hinabreichenden Füllröhre g', durch welche die Maische in dieselbe gelangt. Aus der Emporblase werden die Einhängblasen mittelst der Maischablaßhähne a'' und b'' gefüllt, die Hähne c'' und d'' dienen zum Entleeren der Einhängblasen.

h Dampftille mit der Dampfröhre h', durch welche der Dampf aus dem Kessel in den dreiwegigen Dampftheilungshahn e'' gelangt, welcher so konstruirt ist, daß der Dampfstrom abwechselnd durch eine der beiden Eintauchröhren i i in die eine oder die andere der beiden Einhängblasen, oder in die Dampfleitung k (Fig. 1), oder auch gleichzeitig in die Dampfleitung k (welche nach den Kartoffeldämpfern, dem Wasserkochfaß u. s. w. führt) und theilweise in eine der beiden Einhängblasen gerichtet werden kann.

f'' der Wechselverbindungshahn, durch den die beiden Einhängblasen dergestalt mit einander verbunden sind, daß der Lutterdampf abwechselnd

aus B durch die Helmröhre l und die Eintauchröhre m in die Blase C

oder umgekehrt

aus C durch die Helmröhre n und die Eintauchröhre o in die Blase B geleitet werden kann.

d der Sammelhahn, welchem die Halbweindämpfe abwechselnd durch die Helmröhre p aus der Blase B oder durch die Helmröhre p' aus der Blase C zugeführt werden und welcher dieselben aus der Verbindungsröhre q und Eintauchröhre q' in die Emporblase gelangen läßt, aus welcher die hier sich entwickelnden Branntweindämpfe dann durch die Verbindungsröhre r und die Eintauchröhre r' in den Luttersammler und Rektifikator E übergehen.

s und s' sind Verbindungsröhren zwischen dem Rektifikator und dem ersten Dephlegmator F, zwischen diesem und dem zweiten Dephlegmator G, durch welche sowohl die spirituosen Dämpfe emporsteigen als auch das verdichtete Phlegma in den Luttersammler abfließt.

h'' Lutterablaßhahn, um den Lutter aus dem Luttersammler in die Emporblase abzulassen (Fig. 3).

i'' Lutterspeisehahn, um den Dampfkessel mit Lutter zu speisen, mit der Lutterspeiseröhre t'' und dem Sperrhahn k''. — Der Hahn h'' ist so durchbohrt, daß der Lutter sowohl in die Emporblase als

auch, nachdem die Hähne i'' und k'' vorher geöffnet worden, durch die unter der Emporblase durch das Mauerwerk hindurchgeführte Röhre t'' in den Dampfkessel abgelassen werden kann. Zur Vereinigung der Röhren t und t' dient die Einsteckschraube l''.

u u' u'' Verbindungsröhre, durch welche die unverdichtet durch den Dephlegmirapparat gegangenen Spiritusdämpfe in den Kühler J gelangen, aus welchem der verdichtete und abgekühlte Spiritus durch den Auslauf v ausfließt. Während des Betriebes ist an den Auslauf m'' der Spirituspokal (sogenannte Kühlschlangenverschluß) angeschraubt.

n' sind Probirhähnchen, um durch die Entzündungsprobe oder noch sicherer durch den Geruch den Fortgang und das Ende der Destillation zu erkennen.

x die Ablaßröhre des Dampfkessels mit dem Ablaßhahn.

y y Glasröhren zur Erkennung des Flüssigkeitsstandes im Dampfkessel und in den Destillationsgefäßen (Fig. 2 und 3).

z ein Dampfventil (Fig. 1 und 2).

z' z' Luftventile.

1, 1 Hülsen, welche den aus dem Körper des Dampfkessels hervorragenden Theil der Einhängblasen in einem Abstande von $\frac{1}{2}$ Zoll umgeben (Fig. 3), und an welche die Blasen auf die Weise, wie es Fig. 2 zeigt, mittelst Schraubenkränzen und Schrauben befestigt sind.

2, 2' Ablaßröhren der Einhängblasen, mit welchen dieselben mittelst eigenthümlicher Verschraubungen p'' verbunden werden.

3, 3' Schutzröhren, welche die Ablaßröhren in einem Abstande von $1\frac{1}{2}$ Zoll umschließen, um das Anbrennen der Maische in dem dem Feuer ausgesetzten Theile derselben zu verhüten, und durch eigenthümliche Verschraubungen q die Vereinigung der Ablaßröhren mit den Schlempablaßhähnen vermitteln.

4, 4' Röhren, durch welche die Glasröhren y y mit dem inneren Raume der Einhängblasen kommuniziren.

5, 5' messingene Glasröhrenhalter, zur Verbindung der darin eingekitteten Glasröhren mit den Röhren 4, 4' oder auch direkt mit den Röhren, wozu sie gehören (wie z. B. D und E). Sie sind so eingerichtet, daß die Glasröhren und Verbindungsröhren 4, 4' bequem gereinigt und erstere nöthigenfalls leicht durch andere ersetzt werden können.

6, 6 Feuerröhren im Dampfkessel zur Erhöhung der Wirksamkeit desselben (Fig. 3).

7, 7 Gabelverschraubungen zur Befestigung der Blasendeckel in ihren Mündungen.

8, 8 wulstförmige oder Kapsel-Verschraubungen.

9 Flantschen-Verschraubungen (s. g. Schlingen oder Geschlinge) (Fig. 3).

10, 10 Schraubenkränze, mittelst deren die Blasen mit den Hälsen der Dampfkessel verbunden sind.

11, 11 Pratzen am Dampfkessel, zur besseren Befestigung desselben im Mauerwerk (Fig. 3).

12 Schieber im Schornstein zur Regulirung des Luftzuges.

13 Putzröhren im Mauerwerk, welche mit den Feuerröhren des Dampfkessels kommuniziren.

14 Andeutung der Decke oder Wölbung der Brennstube, bloß um darauf aufmerksam zu machen, daß die Dephlegmatoren sich auf dem Boden über der Brennstube befinden.

Für drei Blasen oder Triplikatoren wendet Gall mehr halbkugelförmige Dampfkessel an, um mehr Raum für jene zu gewinnen.

Die Einrichtung mehrerer Brennapparate, mit zwei Maischblasen in gleicher Höhe und einer den Gall'schen Wechselverbindungsröhren und Hähnen ähnlichen Dampfleitung, hat mich von dem geringen Nutzen einer solchen sehr kostbaren Anlage überzeugt. Abgesehen von der achtsameren Bedienung eines solchen Apparats, steht doch kaum eine Unterbrechung der Destillation zu vermeiden, wenn die Stärke des Produkts sich nicht vermindern soll. Weit mehr aber zeigte die Erfahrung, daß das Anbringen von zwei Maischblasen in dem Dampfkessel die Einrichtung sehr vertheuerte und höchst selten die passende Aufstellung des Dampfkessels ausführbar macht. Sie erfordert die Anwendung eines schwereren Kessels und hindert die zweckmäßige Benutzung des Feuers, wenn man nicht einen weit größeren Kessel anschaffen will, als der Dampfbedarf es nöthig macht. Ferner zeigte die Erfahrung, daß der Vortheil, der von Gall und ihm nach auch von Andern für die Anwendung kleinerer Maischblasen und öftere Füllungen berechnet wurde, in der Praxis durch andere Nachtheile verloren geht. Bei jedem Blasenabtriebe tritt z. B. ein Zeitpunkt ein, wo eine weitere Erhitzung durch den allenfalls noch

zu gewinnenden Alkohol nicht gelohnt wird; diesen Zeitpunkt genau zu bestimmen wird aber nahezu unmöglich, man destillirt deshalb entweder zu lange oder nicht hinreichend. Der dadurch entstehende Nachtheil muß desto größer werden, je mehr Blasenabtriebe von einem bestimmten Maischquantum zu machen sind. Ferner füllen sich bei jeder Unterbrechung der Destillation die Räume des Apparats mit neuer Luft, welche beim Beginn der Destillation wieder entweicht und eine nicht unbedeutende Menge Alkohol mit wegführt, namentlich durch die anfangs bei der Maischedestillation immer noch in größerer Menge entweichende Kohlensäure. Dieser Verlust wird bei der Maischedestillation in der Regel weniger beachtet, weil er hier weniger genau bestimmt werden kann als z. B. bei der Rektifikation oder abgesonderten Destillation, wo er doch in weit geringerem Grade Statt findet und dennoch immerhin zu zwei Prozent anzunehmen ist. Die Wechselverbindung der beiden Blasen mit dem Dampfkessel und unter sich, sowie mit dem vorhandenen Lutterbehälter oder Separator, vertheuert durch die Menge von Röhren und kostbaren Hähnen die Anlage nicht nur, sondern gibt auch Veranlassung zu empfindlichen Verlusten an Alkohol, indem es fast außer der Möglichkeit liegt, solche Hähne und die vielen Verbindungen längere Zeit dicht zu erhalten. Selbst die besten Hähne werden von den fuseligen Maischdämpfen nach und nach angegriffen und zuletzt unbrauchbar. Ihr theurer Ersatz und die damit verbundene oder unvermeidliche Störung lassen sie aber in der Regel so lange als es nur möglich scheint, benutzen und dabei den anscheinend geringen Verlust nicht beachten.

Wie aber die Anwendung einer dritten Blase, die mit der kalten Maische gefüllt wird, die Vortheile eines Vorwärmers übersteigen soll, ist nur auf dem Papiere nachweisbar; in der Anwendung ist das Resultat ein anderes. Wären die Angaben der Praxis entnommen, so würde dabei nicht übersehen worden sein, daß wenn die dritte Blase, die bei „der höchsten Vervollkommnung der Gall'schen Apparate," bei seinen sogenannten Triplikatoren, gleichfalls im Dampfkessel hängen soll, mit frischer kalter Maische gefüllt wird, einige Zeit alle Dampfentwicklung aufhört. Eben so wenig verdient der Gall'sche Dephlegmator als zweckmäßig bezeichnet zu werden; denn aus den schon angeführten Gründen lassen weder enge Räume noch runde Röhren eine unnöthige Dephlegmirung vermeiden, und die Möglichkeit

einer vollständigen Reinigung läßt sich auch auf einfachere Weise als durch die vielen kostbaren Verschraubungen, die mit der Zeit gleichfalls schadhaft werden, erreichen.

Unter den in England und Frankreich gebräuchlichen Apparaten verdient zunächst der von Coffey hier erwähnt zu werden, da er in England nicht selten angewandt werden soll und mehrere zweckmäßige Einrichtungen zur vollständigen Benutzung der Wärme zeigt. Fig. 4 (Taf. 40) gibt einen Durchschnitt des Apparats. Er besteht aus einem viereckigen Gefäß B, auf dem zwei Säulen C und D errichtet sind. Die erstere Säule heißt der Abscheider, die zweite der Rektifikator. Der ganze Apparat ist aus Holz gemacht und inwendig mit Kupferblech ausgeschlagen; der untere große Behälter wird durch eine starke Kupferplatte cd in zwei Abtheilungen B′ und B″ getheilt. Diese Platte ist siebförmig durchlöchert und enthält noch außerdem verschiedene Ventile e e e e, die sich bei stärkerer Dampfentwickelung nach aufwärts öffnen. Von diesem Siebboden geht eine Röhre v bis fast auf den Boden der Kammer B′ und mündet hier in eine Kapsel; am oberen Theile ist das Rohr mit einem Ventil versehen, welches durch den Stab t zu öffnen ist. Die Glasröhren x und x′ zeigen den Stand der Flüssigkeit. Der Abscheider C besteht aus 12 Abtheilungen, welche durch die 11 Kupferplatten ff gebildet werden. Sie sind wie die Platte cd durchlöchert und mit Ventilen oo . . . versehen. An jeder Platte ist eine Tropfröhre p angebracht, um die Flüssigkeit von einem Siebboden auf den anderen zu leiten: der obere Theil dieser Röhre ragt 1 bis 2 Zoll über die Platte hervor, damit diese stets so weit gefüllt bleibe; der untere Theil der Röhre taucht dagegen in eine flache Schüssel, um die Röhre hier stets durch Flüssigkeit zu schließen. Die Röhren sind abwechselnd an der rechten und linken Seite angebracht.

Die Säule D ist auf dieselbe Weise durch Kupferplatten getheilt. In dieser sind aber 15 Kammern, von denen die 10 unteren k, k u. s. w. den Rektifikator bilden und gleichfalls durchbohrt und mit Ventilen versehen sind. Die 5 oberen dienen zur Kondensirung der Dämpfe und werden von den übrigen durch eine Platte getrennt, die aber nicht durchlöchert ist, sondern nur eine größere Oeffnung bei w hat, wodurch der Alkoholdampf entweichen kann; außerdem ist sie noch mit einer Tropfröhre s versehen. Die Oeffnung w hat einen 1 Zoll hohen

Rand, der das Zurückfließen des Alkohols verhindert. Das Tropfrohr s steht in einer tieferen Schale als die übrigen Röhren; aus dieser fließt der fertige aber noch heiße Alkohol durch die Röhre y in ein Schlangenrohr oder einen Kühler, um vollständig zu erkalten. Die Kammern v, v.. dieses Kondensators haben keine Siebböden, in den Platten ist abwechselnd an dem einen und an dem andern Ende ein Loch angebracht, welches groß genug ist, den Dämpfen einen Durchgang zu gestatten und den verdichteten Alkohol zurückfließen zu lassen. Diese Platten sind zu dem Zwecke angewandt, um die Dämpfe so viel wie möglich mit den Röhren m, m, die kalte Maische enthalten, in Berührung zu bringen. Durch jede Kammer der Säule D geht eine zickzackförmige gebogene Röhre, wie in Fig. 5 angegeben ist. Die einzelnen Theile dieser Röhren kommuniziren mit einander durch die Verbindungsröhren l, l, l und bilden so die ununterbrochene Röhre m m, die von der Maischpumpe Q durch den Rektifikator geht und von dessen unterster Abtheilung wieder in die Höhe steigt, wo sie in die oberste Kammer des Abscheiders c mündet.

M ist der Maischbehälter, L ein kleines Reservoir für die Maischpumpe Q. Diese wird während der Destillation fortwährend in Gang erhalten, um den Apparat mit einem gleichförmigen Zuflusse von Maische zu speisen. Das Rohr n dient um einen Ueberfluß von Maisaye, den die Pumpe allenfalls liefert, zurückzuleiten.

A ist ein gewöhnlicher Dampfkessel, dessen Dampf durch die Röhre b b in den Behälter B′ geleitet wird.

Die Operation mit diesem Apparate fängt nun damit an, daß man die Maischpumpe in Bewegung bringt und die ganze Länge der Röhre m m füllt, bis die Maische anfängt bei n′ in den Abscheider zu fließen. Erst wenn der Dampf die Maische in dem Rohre m m erwärmt hat, setzt man die Pumpe wieder in Bewegung. Während nun die Maische durch die Tropfröhren von einer Kammer zur andern fließt, wird sie von dem durch die Röhre z in den Abscheider strömenden Dampf entgeistet, der dann durch das Rohr i i in die Kammern der Säule D tritt. Die hier in den 10 unteren Abtheilungen dephlegmirte Flüssigkeit wird durch das Rohr S in das Reservoir L zurückgeführt und kommt so mit der Maische gleichfalls in die obere Kammer des Abscheiders. Die in den oberen Kammern kondensirten Alkoholdämpfe fließen durch das Rohr y dem Abkühler zu, während

aus dem Rohre R nur die Gase entweichen, die man aber gleichfalls in einen Abkühler leitet, um jedem Verluste an Alkohol vorzubeugen.

Da die Pumpe A mehr Maische liefert als man für den regelmäßigen Betrieb bedarf, so kann man durch den Hahn an dem Rohre n den Zulauf der Maische genau reguliren. Bei m', da wo die Röhre m m in den Abscheider mündet, ist ein Thermometer angebracht, wonach die Operation zu leiten ist.

Sobald sich der obere Raum B'' nach und nach gefüllt hat, wird der Inhalt durch den Stöpsel t nach B' abgelassen. Bis zur nächsten Füllung von B'' wird jede Spur von Alkohol aus B' entfernt sein, da die Maische fast entgeistet nach B'' kommen soll. Durch das Hahnrohr N ist die Schlempe abzulassen.

Das Wasser, welches den Dampfkessel speiset, geht vorher durch eine lange Röhre, welche in der kochend heißen Schlempe liegt, wodurch viel Brennmaterial erspart wird.

Da hier sowohl die Kondensation als auch die Dephlegmirung nur durch Maische erreicht wird, so dürfte dieser Apparat wohl die zweckmäßigste Benutzung der Wärme gewähren. Daß derselbe jedoch nur für Maischwürzen oder dünnere Flüssigkeiten anwendbar ist, bedarf wohl kaum erwähnt zu werden. Seine Leistungsfähigkeit wird zu 2—3000 Gallonen Maische angegeben, welche damit stündlich zu destilliren sein sollen. Die Dimensionen des Apparats sind dabei jedoch nicht angegeben.

Die neueren französischen Apparate, deren es in den letzten Jahren durch die in größerer Ausdehnung betriebene Rübenbrennerei eine Menge gibt, sind im Grunde nur Abänderungen des im III. Bande bereits erwähnten Apparats von Derosne.

Es findet in Frankreich allgemein eine abgesonderte Rektifikation des aus der Maische gewonnenen Produkts Statt, weil die Erfahrung zeigt, daß dies das einfachste Mittel ist, ein völlig reines Produkt zu erhalten. Den Maischdestillirungsapparaten fehlt deshalb in der Regel die eigentliche Dephlegmirvorrichtung. Sie sind meist zu einer ununterbrochenen Destillation eingerichtet, wobei ihnen nicht selten auch die Blasen ganz fehlen. Die Destillationssäule ist dann aber so vergrößert, daß die Maische vollständig entgeistet in den unteren Theil kommt und von hier ununterbrochen abfließt.

Einen Apparat dieser Art zeigt Fig. 6 (Taf. 40), worin A die Destillationssäule, B und C zwei Vorwärmer, D den Abkühler, E das Maischreservoir und F einen Wasserbehälter anzeigen.

Die Destillationssäule A besteht aus 10 einzelnen Ringen oder Kränzen, wovon jeder, mit Ausnahme des untersten, durch eine Platte in zwei Abtheilungen getheilt ist. Da zwischen je zwei Ringen gleichfalls eine solche Platte liegt, und eine solche auch den oberen Ring unter der Kuppel deckt, so bilden diese Platten in der Säule 20 Abtheilungen, die zur wiederholten Destillation dienen. Fig. 7 u. 8 zeigen die Einrichtung dieser Zwischenplatten näher. Jede Platte enthält hier neun Stutzen oder Rohrstücke a für den aufsteigenden Dampf; jeder dieser Stutzen ist durch eine Kappe b überdeckt, welche die Dämpfe nöthigt, die auf der Platte liegende Flüssigkeit zu durchstreichen. Zum Ablaufen dieser Flüssigkeit oder der zu destillirenden Maische, von einer Abtheilung zur andern, dient das Rohr c, welches etwa 1¼ Zoll hoch über der Platte vorsteht und nach unten nahezu die Platte der nächst unteren Abtheilung berührt. Diese Ablaufröhre befindet sich abwechselnd auf der linken und rechten Seite der Scheidewand d, welche dazu dient die ablaufende Flüssigkeit zu nöthigen, sämmtliche Dampfstutzen mit ihren Kappen zu berühren, so daß die Flüssigkeit, welche bei e (Fig. 8) auf die Platte fällt, den hier durch die Pfeile angegebenen Weg machen muß, um durch c in die nächste untere Abtheilung zu gelangen, wo sie dann den angegebenen Weg in der entgegengesetzten Richtung machen muß, um zum nachfolgenden Ablaufrohre zu kommen, welches gerade unterhalb e einmündet. Die Kappen, welche etwa 1 Zoll tief in die Flüssigkeit tauchen, sind durch kleine Füße mit der Platte verbunden.

Bei f in Fig. 6 tritt der Wasserdampf in den unteren Kranz oder Ring der Säule, aus welchem das Rohr g die Schlempe in den Behälter G leitet, wo es hinreichend tief eintauchen muß, um den Dämpfen nicht hier einen Ausweg zu gestatten. Die zu destillirende Flüssigkeit wird durch das Trichterrohr h in den ersten Vorwärmer C geleitet, von wo sie oberhalb durch das Rohr i in den unteren Theil des zweiten Vorwärmers B tritt und aus diesem durch das Rohr k in die Destillationssäule fließt. Hier gelangt sie durch die Ablaufröhren c von einer Abtheilung zur andern, wobei sie mit dem durch die Stutzen a aufsteigenden Dampfe in innige Berührung kommt, bis sie endlich aus der andern Abtheilung durch das Rohr g

völlig entgeistet als Schlempe abfließt. Die aufsteigenden Dämpfe werden dagegen von Abtheilung zu Abtheilung immer alkoholreicher, bis sie von der Kuppel der Destillationssäule durch das Rohr l das Schlangenrohr des Vorwärmers B erreichen. Dieses Schlangenrohr mündet in den kleinen Zylinder m, von wo das Flüssige durch n dem Abkühler D zufließt, während die Dämpfe durch o aufwärts steigen und in das Schlangenrohr von C treten. Von der hier kälteren Maische werden die Dämpfe völlig kondensirt und gelangen dann durch das Rohr p in D zur völligen Abkühlung. Das Reservoir F liefert für D das nöthige Kühlwasser. Die Stärke des Destillats läßt sich durch ein Aräometer beobachten, welches in dem kleinen Zylinder q, an der Mündung des Kühlrohrs, schwimmt. Das Rohprodukt zeigt in der Regel nicht über 40 Volumprozente Alkohol. Bei solchen Apparaten ist die Zuströmung des Dampfes mit der Zuleitung der Maische, unter Berücksichtigung ihres Alkoholgehalts, in genauem Verhältniß zu erhalten, wenn ein unnützer Dampfverbrauch oder ein Verlust an Alkohol vermieden werden soll. Strömt mehr Dampf ein als zur Entgeistung der Maische erforderlich wird, so geht Dampf verloren und man gewinnt ein alkoholärmeres Produkt; wird dagegen der Zufluß der Maische größer als der Dampf zu entgeisten im Stande ist, so geht noch Alkohol mit der Schlempe fort. Auch bleibt es bei diesen Apparaten fehlerhaft, daß die Maische mit den bereits durch wiederholte Destillation hochgradigen Alkoholdämpfen in Berührung kommt, oder umgekehrt die bereits alkoholreicheren Dämpfe immer wieder in die alkoholärmere Maische geleitet werden.

Die französischen Apparate zur Rektifikation bestehen in ihren Hauptheilen auch aus einer solchen, nur in ihren Dimensionen kleineren Rektifikationssäule, womit eine größere Blase von Eisenblech und eine weitere Dephlegmirvorrichtung verbunden werden. Letztere besteht meist aus einer größeren Anzahl gerader aufrechtstehender Röhren, die durch Knieröhren mit einander in Verbindung stehen. Sie befinden sich sämmtlich in einem und demselben Reservoir von Wasser umgeben. Das in den unteren Knieröhren zusammenlaufende Phlegma wird je nach seinem Alkoholgehalte durch Retouren mehr oder weniger tief in die Destillationssäule zurückgeführt.

Ein Apparat dieser Art mit etwa 10 Ohm Füllung eines 50prozentigen Branntweins liefert etwa 4 Ohm reinen Sprit zu 90—94

Prozent und 1½ Ohm unreineres Produkt, wovon ein Theil wohl hinreichend stark aber mit mehr flüchtigen Bestandtheilen verunreinigt ist.

Die Berathung bei vielen Brennereianlagen gab mir Gelegenheit Brennapparate verschiedener Konstruktion ausführen zu lassen; während ich Anfangs bei diesen Einrichtungen danach strebte, neben möglichster Vereinfachung den theoretischen Anforderungen völlig zu entsprechen, hat mich die Erfahrung die durch Vereinfachung erlangten Vortheile vor allen andern schützen gelehrt.

Was mir in dieser Art bis jetzt zu erreichen möglich wurde, zeigt in Fig. 1, Taf. 38, der Apparat zur Gewinnung von Branntwein oder Rohsprit aus der Maische.

Zwei Maischblasen A und B, so wie der Vorwärmer C, sind hier zusammen in einem aus gutem 3zölligem Holze hergestellten Fasse, mit vier gußeisernen Böden a, b, c, d angebracht, und unmittelbar darüber der Dephlegmator D.

Dieser Dephlegmator besteht aus dem Zylinderstücke e e und dem Kranze f f; beide werden von der eigentlichen Dephlegmirfläche, bestehend in dem Ringe g g und dem zylindrischen Gefäße h h, geschlossen. Die Vertiefung des Ringes g g, welche in den Kranz f f taucht, ist nach unten mit den beiden Blechstreifen i i versehen, welche nahezu den Boden des Kranzes berühren und wodurch hier die drei Räume k, k′, k″ entstehen. Der Wasserring g g wird durch eine hölzerne Zarge l l getheilt, um die äußeren Wandungen oder Dephlegmirflächen kälter zu erhalten als die inneren. Der Ring g g ist mit dem Gefäße h fest verbunden, steckt mit seinem Rande aber nur möglichst genau in dem Rande des Kranzes f f und wird hier durch einen Streifen vulkanisirten Kautschuks, der durch zwei eiserne Bänder mittelst Schrauben zusammenzuhalten ist, auf eine ebenso einfache als dauerhafte Weise gedichtet. In Fig. 2 ist diese Verschraubung und Verdichtung deutlicher zu erkennen.

Die Füllung des Vorwärmers erfolgt durch das Rohr m aus einem höher stehenden Reservoir. Statt eines Hahns dient hier ein einfacher Schieber n zum Verschluß des Rohrs; gleiche Schieber bei o, p und q dienen zum Füllen und Ablassen der Blasen. Die Zuleitung des Wasserdampfs erfolgt durch das Rohr r, welches in der Blase durch die Haube s überdeckt wird, die die Dämpfe nach unten

führt, wo sie durch eine größere Anzahl kleiner Oeffnungen in die Maische treten. Um hier ein Zurücktreten oder Eindringen der noch kalten Maische bei plötzlicher Kondensation der Dämpfe zu verhüten, was ein heftiges Schlagen der Dämpfe in dem Rohre veranlassen würde, ist dieses oberhalb unter der Haube mit einem einfachen Ventile s' versehen, welches durch eine Spirale offen erhalten wird, sich aber schließt, wenn in dem Rohre eine Kondensation entstehen sollte. Der Hahn r' dient zum Ablassen des kondensirten Dampfwassers, bevor nach einer Unterbrechung neue Dämpfe zugeführt werden. Aus der Blase A treten die Dämpfe unter die Haube t und durch diese in die Maische von B, aus der sie durch das Rohrstück u unter die Haube v und über die Wärmfläche w kommen, die hier den Lutterraum x von der Maische im Vorwärmer trennt. Mit den hier aufsteigenden Dämpfen können sich die im Vorwärmer etwa entstehenden Dämpfe vereinigen. Das Rohr y führt sie mittelst der Haube z in die Flüssigkeit, welche sich im Dephlegmator niedergeschlagen hat. Die hier aufsteigenden Dämpfe kommen zunächst mit der wärmeren Dephlegmirfläche von h in Berührung; was sich von den Dämpfen dadurch nicht niederschlägt gelangt durch eine Oeffnung a', im Zylinder e e, die nur in dem Grundrisse Fig. 3 angegeben ist, in den Raum k, wo sie die kälteren Flächen von g g berühren. Sie werden hier durch eine Scheidewand b' gezwungen, den ganzen Raum k zu durchstreichen, um durch die Oeffnung c' in den Raum k' zu gelangen. Auch hier nöthigt sie die Scheidewand d', den ganzen Raum zu durchlaufen, bevor sie die Oeffnung e' erreichen, welche in den äußeren und kältesten Raum k'' zwischen g und f führt. Endlich werden sie hier nochmals durch eine Scheidewand f' gezwungen, den ganzen Raum zu durchstreichen und durch das Abzugsrohr g' den Abkühler zu erreichen.

Das Dephlegmirwasser fließt durch das Rohr h' zunächst in den äußeren Raum von g und kann hier gleichfalls durch eine einfache Scheidewand in gerade entgegengesetzter Richtung von der des Dampfes geleitet werden, bevor es durch eine Oeffnung in der Zarge l l in den inneren Raum von g g kommt. Das wärmere Wasser aus diesem Raume wird durch das Rohr i' in das Gefäß h geführt und findet nach völliger Erhitzung bei i'' einen Ablauf vom Dephlegmator zur Speisung des Dampfkessels.

Die Niederschläge unter der Wärmfläche des Vorwärmers fließen bei größerer Anhäufung durch das Rohr l' in die obere Blase; was davon bis zur nächsten Blasenfüllung noch zurückbleibt, wird mit dem Ablassen der Maische durch die Oeffnung m' entfernt, deren Verschluß mit o verbunden ist. Eben so findet die Flüssigkeit, welche aus dem Raume unter dem Dephlegmator durch das Tropfrohr n' nicht abfließen kann, durch o' einen Abfluß beim Füllen des Vorwärmers mit frischer Maische; und endlich dient auch das Rohr p' zur Ableitung der in dem Kranze f f kondensirten Flüssigkeit, wenn diese nicht durch das Hahnrohr q' einen Ablauf nach dem Kühler erhält.

Bei der Gewinnung von gewöhnlichem Branntwein zeigen die in den Dephlegmator gelangenden Dämpfe bereits einen hinreichenden Alkoholgehalt, so daß die Flüssigkeit, welche sich in dem Kranze f f niederschlägt, durch das Hahnrohr q' direkt in den Abkühler zu leiten ist. Man schließt diesen Hahn deshalb nicht eher als bis das Destillat nicht mehr hinreichend stark oder alkoholhaltig abfließt. Die Zuleitung von Dephlegmirwasser wird bei guter Maische nur nöthig, wenn ein stärkerer Rohsprit gewonnen werden soll.

Die Beendigung des Abtriebs der unteren Blase wird durch den Hahn r'' erkannt, wozu man mit diesem Hahne den kleinen Kugelapparat verbinden kann, den Fig. 4 zeigt. Es ist dies eine etwa 3zöllige Kugel, von Kupfer oder Messing getrieben, mit drei kleinen Rohransätzen, wovon der eine mit einer halbzölligen Oeffnung in einem Korke steckt, wodurch die Kugel und die Mündung des Hahns leicht zu verbinden sind. Das nach aufwärts gerichtete Röhrchen läuft in eine feine Spitze aus, während das nach unten gerichtete, kürzere, eine halbzöllige Oeffnung hat, die durch einen Korkstöpsel zu verschließen ist. Glaubt man die Destillation nahezu beendigt, so läßt man zunächst etwas Dampf durch den Hahn streichen, damit alle Unreinigkeiten, die sich hier während der Destillation angesetzt haben, mit fortgerissen werden. Hierauf steckt man die Kugel an die Mündung des Hahns und öffnet diesen nur schwach, damit keine zu starke Ausströmung des Dampfes erfolgt. Sobald dann die aus dem zugespitzten Röhrchen dringenden Dämpfe sich nicht mehr entzünden lassen, ist der Abtrieb als beendigt zu betrachten.

Vorrichtungen dieser Art findet man bei vielen Apparaten, aber selten findet man sie in Gebrauch, weil sich die enge Röhre, die mit

dem Hahne in der Regel fest verbunden ist, nicht so gut reinigen läßt, wie dies hier möglich wird. Auch wird die Probe, bei zu stark ausströmendem Dampfe, und wenn dieser Wasser oder Maische mit fortreißt, unsicher. Durch die Kugel wird beides vermieden. Es ist aber nöthig, sie aus zwei leicht zu trennenden Theilen anfertigen zu lassen, um sie von Zeit zu Zeit innen ausputzen zu können; auch wird es nöthig, nach jeder Probe aus der unteren Oeffnung die in der Kugel kondensirte Flüssigkeit ablaufen zu lassen.

Die Hähne r''', r''', r''' dienen zur Anzeige der hinreichenden Füllung und um dabei, wo es nöthig ist, Luft eintreten zu lassen. Endlich gestatten die Mannlöcher t'' einen Zugang in die Blasen oder in den Vorwärmer, wenn dies, wie bei einer längeren Unterbrechung, nöthig werden sollte.

Zur Begründung der Konstruktion des hier angegebenen Apparats kann zunächst angeführt werden, daß durch die Anwendung gußeiserner Böden der Verwendung des Holzes der Vorwurf einer geringeren Haltbarkeit nicht mehr zu machen ist. Diese geringere Haltbarkeit zeigte sich immer nur an den Böden und an den Verbindungsstellen für Röhren und Hähne. Die ungleiche Ausdehnung und das verschiedene Schwinden des Holzes je nach seiner Länge und Breite, läßt eine gleiche Rundung der Böden nicht erhalten. Der Umfang der Fässer, aus starkem 2½—3zölligen rothem Föhrenholz, zeigt nach mehrjährigem Gebrauche keine Veränderung in dem Umfange der Fässer. Der zugespitzte oder keilförmige Rand der gußeisernen Böden gestattet das durchs Schwinden des Holzes mit der Zeit nöthige Nachbinden, welches hier mittelst der Reife mit Schrauben leicht möglich wird, indem sich die Böden dabei tiefer in das Holz drücken, was bei hölzernen Böden nicht möglich ist. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind hier Verbindungen durchs Holz möglichst vermieden, und wo dies nicht der Fall sein könnte, wie z. B. an den Mannlöchern und Stopfbüchsen, sind diese nur mittelst Holzschrauben befestigt, da alle durchgehenden Schrauben, bei der ungleichen Ausdehnung von Holz und Metall, mit der Zeit undicht werden, was bei den Holzschrauben nicht zu befürchten steht.

Die eisernen Zwischenböden gestatten allein das Anbringen der beiden Maischblasen und des Vorwärmers in einem und demselben Gefäße, und dieses macht wieder allein die Ersparung einer Menge von

Röhren und Hähnen möglich, was namentlich für kleinere Apparate von Wichtigkeit ist, da bei diesen weder Röhren noch Hähne in gleichem Grade zu verkleinern oder zu verengern sind. Die Verminderung der Anschaffungskosten für Brennapparate ist um so wichtiger als die Erfahrung zeigt, daß auch die stärksten Kupfergefäße von der Maische und mehr noch von den fuseligen Dämpfen derselben, schnell abgenutzt werden.

Die Zuleitung des Dampfes durch die Mitte des Bodens und seine gleichmäßige Vertheilung durch die Haube, gewährt hier den wesentlichen Vortheil einer schnelleren Entgeistung der Maische. Die bessere Mittheilung der Dampfwärme beseitigt einen Hauptnachtheil der Dampfdestillation, die Abscheidung alkoholärmerer Dämpfe. Die hier angegebene Zuleitung des Dampfes ist namentlich bei größeren Gefäßen mit bedeutendem Durchmesser von Werth, die hier aber zulässige Erweiterung desselben macht es wieder eher möglich selbst Blasen von bedeutendem Inhalt unmittelbar über einander anzubringen. [1]

Wie wichtig die möglichste Erhaltung der Wärme oder Vermeidung einer äußeren Abkühlung für die Dampfdestillation ist, hat

[1] Durch komparative Versuche von den Vortheilen einer möglichst gleichmäßigen Vertheilung der Dampfwärme in Betreff einer schnellern Entgeistung der Maische überzeugt, habe ich auf verschiedene Weise versucht, jene zu erlangen. Am einfachsten gelingt es bei einer eiförmigen oder vertieften Blasenfläche, indem hier das Eintauchen des Dampfrohrs am tiefsten Punkte genügt, die Wärme des Dampfes gleichmäßig zu vertheilen, oder die Maische gleichmäßig zu erhitzen, also auch schnell zu entgeisten. Diese Form ist aber bei dem Uebereinanderstellen größerer Blasen nicht wohl anzuwenden. In der Regel gibt man dem Dampfrohre unterhalb eine Krümmung nach seitwärts, so daß durch den Stoß des Dampfes eine Bewegung der Maische hervorgebracht wird; hierbei vereinigen sich aber nach und nach die dickeren Maischtheile an den minder bewegten Stellen, wie z. B. in der Mitte, wodurch denn ihre Entgeistung nur nach und nach erfolgen kann. Diese letztere Beobachtung gab zumeist Veranlassung, jenen schädlichen Raum in der Mitte der Blase durch die angegebene Dampfhaube zu beseitigen. Der Raum, den man dadurch an Blaseninhalt verliert, wird reichlich durch den rascheren Abtrieb ersetzt. Da durch die Haube auch die Bodenfläche vermindert wird, so läßt sich bei kleineren Blasen ein Rührwerk ganz entbehren, und hier um so mehr, als eine weite Abflußöffnung, die die Kosten des Schiebers hier kaum vermehrt, einen sehr raschen Abzug der durch den Dampf gleichmäßig aufgewühlten Maische gestattet.

Gall zur Begründung seines Dampfmarienbad-Apparats zur Genüge nachgewiesen. Alle Wärme, die bei der Dampfdestillation durch äußere Abkühlung verloren geht, kann nur durch Dampf ersetzt werden und dieser bringt unvermeidlich Wasser in die Maische, die dadurch wässerigere Dämpfe liefert. Dieser äußere Wärmeverlust ist nun aber auf keine Weise einfacher zu vermeiden als durch die Anwendung von Holzgefäßen und durch eine unmittelbare Verbindung der verschiedenen Räume zur Erhitzung der Maische. Endlich gestatten auch nur die angebrachten Metallböden eine so einfache und dauerhafte Verbindung dieser Räume.

Die konische Wärmfläche w des Vorwärmers bewirkt bei sehr konzentrirten Maischen eine schnellere und gleichmäßigere Erwärmung, indem sie den Wechsel der erwärmten Theile mit den kälteren weit mehr befördert, als dies bei einer vertikalen oder bei einer horizontalen Wärmfläche der Fall ist. Es findet auf der schiefen Fläche viel mehr eine Verschiebung der verschieden erwärmten Theile Statt.

Die von der kalten Maische anfangs kondensirten alkoholhaltigen Dämpfe finden in dem Raume unter der Wärmfläche hinreichend Platz, bis sie durch die nachfolgenden Dämpfe ihren größern Alkoholgehalt wieder verlieren. Die Zurückleitung des im Dephlegmator niedergeschlagenen Phlegma in den Vorwärmer verursacht hier um so weniger eine Verzögerung der Destillation, als bei der vollständigen Erwärmung der Maische im Vorwärmer diese hier schon zur Entgeistung oder Destillation kommt, was den Abtrieb beschleunigt und die möglichste Benutzung der Wärme gestattet.

Diese vollständige Erhitzung der Maische im Vorwärmer, die so wesentliche Vortheile bewirkt, wird hier ohne den geringsten Alkoholverlust erreicht.

Die Leistungsfähigkeit des beschriebenen Apparats gestattet bei einer Blasenfüllung von 250 württembergischen Maß oder 400 Berliner Quart, stündlich einige und 40 Quart Branntwein zu gewinnen. Der Aufwand an Dampf oder Brennmaterial beträgt während eines 12 bis 14stündigen Betriebs bei der Verarbeitung von 50 Zentner Kartoffeln 10 bis 12 Zentner Holz. Die Anschaffungskosten der beiden Blasen und des Vorwärmers betragen circa 500 Gulden und die des Dephlegmators und Kühlers etwa 600 Gulden.

Für den ununterbrochenen Betrieb der erwähnten Rübenbrennerei, worin täglich aus 600 Zentner Rüben etwa 24,000 Quart Saft oder Maische gewonnen werden, erhielt der Destillirapparat im Wesentlichen die hier angegebene Einrichtung, nur daß statt des Dephlegmators unmittelbar über dem Vorwärmer zunächst 4 Kränze oder 8 Abtheilungen einer französischen Destillationssäule angebracht sind, und der Dephlegmator seitwärts steht. Dieser hat dabei jedoch auch eine dahin von der angegebenen verschiedene Konstruktion, daß bei ihm die vom oberen Theil der Kühlschlange schon etwas vorgewärmte Maische zum Theil die Stelle des Dephlegmirwassers vertritt und von hier ununterbrochen in den Apparat fließt, so daß nach dem Ablassen der unteren Blase und Füllen aus der oberen, diese mit schon siedender und zum Theil schon entgeisteter Maische wieder zu füllen ist. Durch die allmälige Füllung des Vorwärmers mit der schon stärker erhitzten Maische wird eine bedeutende Beschleunigung der Destillation möglich, so daß der Apparat, dessen Anschaffungskosten etwa 3000 Gulden betrugen, genügt um aus obigem Maischquantum binnen 24 Stunden einen stärkeren Rohsprit zu gewinnen. Vergleichen wir die Anschaffungskosten und Leistungsfähigkeit des Pistorius'schen und ähnlicher Apparate mit den hier angeführten, so übersteigen die Anschaffungskosten jener bei gleicher Leistungsfähigkeit um mehr als das Dreifache, ohne einen weiteren Nutzen zu gewähren, als nach höchstens zehnjährigem Gebrauch für 6—800 Gulden mehr altes Kupfer zu hinterlassen. —

In Betreff der Reinigung des Branntweins behauptet die Holzkohle noch immer den Vorzug; sie wird meist nur in gekörntem Zustande verwendet, entweder indem sie zur Filtration des Branntweins dient, oder indem man sie von den aufsteigenden Dämpfen durchstreichen läßt.

Bei der Filtration trennt man die Kohlen mitunter durch Filzplatten, um ein gleichmäßiges Durchfließen des Branntweins zu erlangen. Vor der Destillation erhält der Branntwein nicht selten einen Zusatz von Chlorkalkwasser, etwa ein Quart der gesättigten Lösung auf 1 Ohm Branntwein.

Zur Destillation über Kohlen findet man am häufigsten eine einfache Blase mit Doppelboden zur geschlossenen Dampfheizung, da die direkte Zuleitung des Dampfes kein so reines Produkt gewinnen läßt. Zur Aufnahme der Kohlen dient ein nach oben sich erweiternder Aufsatz worin sie in mehreren Schichten auf Siebbleche gebracht werden; jede

Kohlenschichte wird hier mit einem Deckel bedeckt, welcher die Dämpfe nöthigt, nur an den Seiten von Schicht zu Schicht zu steigen. Um die Dämpfe dabei gleichzeitig zu rektifiziren, ist der Aufsatz außen mit eben so viel Kränzen, als innen Schichten sind, umgeben. Eine Leitung führt in sämmtliche Kränze das nöthige Dephlegmirwasser. Ein solcher Apparat ist unter dem Namen des Falkmann'schen bekannt.

In den französischen Brennereien findet man, wie schon gesagt, selten Kohle angewandt. Man erhält dort das reinere Produkt durch sorgfältigere Trennung des Destillats, was sich immer in verschiedener Reinheit zeigt, indem das zuerst Ablaufende mit mehr flüchtigeren, das Letzte dagegen mit mehr fuseligen Theilen verunreinigt ist. Zu dieser Trennung sind am Ausflusse des Kühlers mehrere Rinnen angebracht, welche die verschiedenen Produkte ableiten, was eine genaue Beobachtung des Ablaufs nöthig macht. Um hierbei jeden Verlust zu vermeiden, wurde von mir der in Fig. 5 und 6 (Taf. 38) angegebene Verschluß direkt am Ausflusse des Kühlrohrs angebracht. Der Wechsel a verbindet das Rohr b mit der Kühlschlange, das Trichterrohr c dient zum Entweichen der Gase. Das gebogene Rohr b mündet in das Zylinderrohr d, in welchem das Alkoholometer schwimmt. Das Rohr hat oberhalb einen umgebogenen Rand und ist von dem beweglichen Rohrstücke e e umgeben; dieser trägt oberhalb einen Kranz f f, in welchen sich das Destillat aus dem Rohre d ergießt. Ein weiterer Kranz g g trägt die Glasglocke h und ist unten mit vier Ablaufröhren i, i, welche nach verschiedenen Behältern führen, versehen. In den trichterförmigen Theil dieser Röhren läßt sich das Destillat aus dem Kranze f f durch die Tülle k leiten, je nachdem man das bewegliche Rohr e e von außen dreht. Der äußere größere Kranz g g ist durch die Bügel l mit dem festen Rohre d verbunden, so daß er von diesem getragen wird. —

Ueber die zu erlangende Ausbeute an Branntwein oder Spiritus ist das Nähere bei den verschiedenen Materialien bereits angeführt. Während die Ausbeute aus dem Getreide sich gegen früher nicht erheblich vermehrte, erreicht die aus guten Kartoffeln nahezu das Aequivalent, was sie ihrem Stärkemehlgehalt nach nur erwarten lassen. Die Rechnung hierüber wird dadurch eine leichte, daß 1 Pfund Stärke etwa 1 Pfund Zucker liefert und dieses ½ Pfund Alkohol. Da nun in 1 Berliner Quart Branntwein zu 50 Prozent nach Tralles nahezu 1 Pfund

absoluten Alkohols enthalten ist, so erfordert jedes Quart Branntwein von der genannten Stärke etwa 2 Pfund Stärkmehl oder 2 Pfund Zucker.

C. Siemens.

Brodbäckerei.

(Bd. III. S. 126.)

Die Beschaffenheit und insbesondere die Nahrhaftigkeit des Brodes ist in erster Stelle von der Beschaffenheit des Mehles, hiernächst von der mechanischen Zubereitung wie der chemischen Veränderung des Teiges, und endlich vom Backen abhängig. Unter diesen Rubriken soll daher im Folgenden das Hierhergehörige besprochen werden.

1. Das Mehl enthält als wesentliche Bestandtheile, neben Wasser, einerseits stickstofflose und stickstoffhaltige organische, andrerseits verschiedene unorganische Stoffe. Die ersteren sind Stärkemehl, Holzfaser, Gummi, Zucker und Fett; die stickstoffhaltigen Kleber und Eiweiß; die unorganischen phosphorsaure, schwefelsaure und Chlor-Verbindungen von Kali, Natron, Kalk und Bittererde, Kieselerde und Eisenoxyd. Die Mengenverhältnisse dieser Bestandtheile sind theils nach den Getreidegattungen und Varietäten, von denen das Mehl stammt, sowie nach der Behandlung des Getreides beim Mahlen verschieden, theils wechseln sie nach Klima, Witterung und Düngung. Das Mehl ist in hohem Grade hygroskopisch und der normale Wassergehalt eines wohlgehaltenen lufttrockenen Getreidemehles beträgt von 10 bis zu 16 Prozent. Zur Brodbereitung werden vorzugsweise Weizen- und Roggenmehl benutzt. Bei 100 ° C. getrocknet enthalten 100 Theile

	Weizenmehl.		Roggenmehl.	
Kleber und Eiweiß . . .	12,11	16,58	11,92	18,69
Stärkemehl	78,10	64,40	60,91	54,48
Holzfaser, Gummi, Zucker	8,88	19,01	24,74	24,49
Aschenbestandtheile . . .	—	—	1,33	1,07

Die Mengen von Kleber und Eiweiß, sowie von Stärkemehl sind aber, wie schon bemerkt, veränderlich und die angeführten Analysen sollen daher nur zum Vergleich mit den später anzuführenden der als Surrogate des Roggenmehls in Anwendung kommenden Stoffe dienen.

Für die Bereitung wie für die Benutzung des Brodes als Nahrungsmittel, ist unter den Bestandtheilen des Mehles der Kleber (und das Eiweiß) als der wichtigste zu betrachten, weil er durch seine wasserbindende Kraft die Bildung des Teiges bedingt und als Proteïnstoff allein fähig ist, im menschlichen Körper zu Muskelfaser zu werden. Ein Mehl wird daher ein um so nahrhafteres Brod liefern, je reicher es an Kleber oder eiweißartigen Bestandtheilen überhaupt ist. Dieser Gesichtspunkt ist bei Beurtheilung der Beimengungen, welche man dem Mehle zu Zeiten der Theuerungen gibt, mit Rücksicht auf Gesundheitspflege festzuhalten und darf von denen, die sich solcher Zusätze bedienen, nicht außer Acht gelassen werden. Es folgt deshalb die Zusammensetzung von Kartoffeln, Erbsen, Mais, Gerste und Buchweizen, die vorzugsweise hier in Betracht kommen, in 100 Theilen der bei 100 ° C. getrockneten (wasserfreien) Substanz:

	Gerste.		Buchweizenmehl.	Maismehl.		Erbsen.	Kartoffeln.
Kleber und Eiweiß .	17,70	14,72	6,88	14,66	13,63	28,02	9,97
Stärkemehl . . .	38,31	42,34	65,05	66,34	77,74	38,81	72,03
Holzfaser, Gummi, Zucker	42,33	42,46	26,47	18,18	7,16	36,15	14,42
Aschenbestandtheile .	5,52	2,84	1,09	1,92	0,86	3,18	3,60

Hierbei ist zu erwähnen, daß in der Kartoffel, sowie sie zur Anwendung kommt, nahezu 75 Prozent, also Dreiviertheile ihres Gewichtes, Wasser sind, während die vier erst genannten Substanzen im Durchschnitt etwa 10 Prozent enthalten.

Vom technischen Standpunkte betrachtet, genügt jedoch nicht jeder eiweißartige Körper zur Brodbereitung, denn wenn er nicht die wasserbindende Kraft des Klebers und das Verhalten des letztern in der Hitze besitzt, so läßt sich daraus kein zäher, formbarer Teig bilden und das gebackene Brod trocknet schnell aus, bekommt Risse und ist leicht zerreiblich, zerfällt leicht in Krümeln. Die angeführten Surrogate können daher mit Vortheil nur in Vermischung mit gutem Mehle angewendet werden. Die Kartoffeln enthalten keinen Kleber, ihr stickstoffhaltiger Bestandtheil ist Eiweiß, sie sind überdies, wie die Analyse zeigt, sehr arm daran. Wenn man sie daher dem Roggenmehl beimischen wollte, so könnte dies nur bei einem sehr kleberreichen Mehle und in dem Maße statthaft sein, daß dieses durch den Stärkemehl-

gehalt der Kartoffeln auf einen mittleren Gehalt an beiden Stoffen gebracht würde, was bei der nicht seltenen Beimischung von Kartoffeln zum Brode allerdings gar nicht berücksichtigt wird. Die Erbsen und die Hülsenfrüchte überhaupt sind zwar reich an stickstoffhaltiger und nährender Substanz, aber diese ist kein Kleber, sondern Legumin, welches nicht, wie jener, Wasser bindet; daher macht eine Beimengung derselben das Brod trocken und krümelnd. Ein vorzügliches Brod soll durch Mischung von Weizen- und Maismehl erhalten werden, von welch letzterem man indessen auch ohne Weiteres Brod backen kann. Allen diesen Surrogaten ist unbedingt die Kleie vorzuziehen, weil sie, an Kleber reicher als das Mehl, selbst mit stärkmehlreicheren Stoffen verbacken, ein wohlfeiles und normal zusammengesetztes Brod zu liefern im Stande ist. Um die Verschiedenheit in dem Klebergehalt des feinen Mehles und der Kleie zu zeigen, mag beispielweise angeführt werden, daß, wenn der Weizen 12 Prozent Kleber enthält, durch das gewöhnliche Vermahlen ein feines Mehl mit 10 Prozent Kleber und Kleie erhalten wird, welche 14 bis 18 Prozent Kleber enthält.

Um die Kleie zur Brodbereitung zu benutzen, wäre es mit Rücksicht auf den Nährwerth am vortheilhaftesten, sie direkt dem Mehle beizumischen. Es wird aber dadurch ein so grobes Brod erhalten, daß es dem an weicheres Brod gewöhnten Gaumen widerstrebt. Dies wird vermieden, wenn man die Kleie mit warmem Wasser auszieht und diesen Auszug beim Anmachen des Teiges anstatt Wasser benutzt. Als zweckmäßig empfiehlt sich hierbei folgendes Verfahren: das Wasser wird in einem Kessel, jedoch nicht bis zum Kochen, erhitzt, alsdann soviel Kleie darunter gerührt bis die Masse nur noch halbflüssig ist, das Erhitzen einige Stunden fortgesetzt, die Masse hierauf in einen Sack gethan und ausgepreßt. Man erhält dadurch eine syrupartige Flüssigkeit, welche den größten Theil des Klebers der Kleie enthält. Die ausgezogene Kleie hält nichtsdestoweniger noch so viel nahrhafte Substanz zurück, daß sie als Viehfutter werthvoll ist.[1]

[1] Versuche, welche im Laboratorium der polytechnischen Schule zu Dresden von Dr. Lehmann angestellt worden sind, haben gezeigt, daß man nach der Behandlung mit Wasser alle rückständigen stickstoffhaltigen Substanzen der Kleie durch konzentrirte Salzsäure entziehen kann und ein Brod von vorzüglicher Qualität erhält, wenn man das zuvor mit kohlensaurem Natron neutralisirte Extrakt dem zu verbackenden Mehle, anstatt des Kochsalzes, zumischt.

Durch schlechte Aufbewahrung des Mehles an feuchten Orten, oder in nassen Jahrgängen kann der Kleber eine solche Veränderung erleiden, daß ihm seine wasserbindende Kraft zum Theil verloren geht. Um ihm in solchen Fällen seine guten Eigenschaften wieder zu geben, empfiehlt Liebig einen Zusatz von Kalkwasser beim Einteigen, und zwar 25 bis 27 Pfund auf 100 Pfund Mehl.

2. Der Teig. (S. Bd. III. S. 132.) Die Bereitung des Teiges für Weiß- und Schwarzbrod umfaßt die mechanische Vereinigung des Mehles mit Wasser, das Anmachen, und die Einleitung einer Gährung, das Gehen. Die dem Mehle beizumischende Wassermenge muß so groß und darf nicht größer seyn, als daß ein für die weitere Verarbeitung tauglicher, d. h. ein Teig entsteht, welcher zähe genug ist, um beim Gehen die durch die Gährung entwickelte Kohlensäure festzuhalten und so durch sie eine bleibende Volumvermehrung zu erfahren. Die Zähigkeit und Elastizität des Teiges ist aber gänzlich abhängig von der Menge und guten Beschaffenheit des im Mehle vorhandenen Klebers. Je mehr von diesem das Mehl enthält, desto mehr Wasser kann es vertragen, um einen guten Teig zu geben; das beste kann erfahrungsmäßig dreiviertel, schlechtes nur die Hälfte seines Gewichtes Wasser binden. Nicht ohne Einfluß auf die Wassermenge ist auch das Kneten des Teiges, denn je sorgfältiger dies ausgeführt wird, desto vollständiger kommen alle Mehltheile mit Wasser in Berührung und desto mehr ist ihnen sonach Gelegenheit gegeben, dasselbe aufzunehmen. Andererseits hängt von dem Kneten die vollkommene Homogeneität und in Folge dessen das gute Ansehen des fertigen Brodes ab.

Beim Anmachen des Teiges wird dem Mehle mit dem Wasser gleichzeitig etwas Kochsalz (für Schwarzbrodteig an manchen Orten auch Kümmel oder Fenchel) und ein Gährungsmittel beigemischt, welches entweder aus Bierhefe (für Weißbrod an vielen Orten) oder Sauerteig (s. Bd. III. S. 132) besteht. Durch den letzten Zusatz wird bei 15 bis 20° C. in der Teigmasse ein Gährungsprozeß hervorgerufen, durch welchen der Zucker und das Dextringummi des Mehles in Alkohol und Kohlensäure zerfallen. Die an allen Punkten in der Teigmasse frei werdende Kohlensäure sucht zu entweichen, wird aber durch die Zähigkeit des Teiges am Entweichen verhindert und bewirkt daher nur eine Ausdehnung der Masse, das Gehen, indem sie

dieselbe mit unzähligen zellenartigen Bläschen erfüllt. Das fertige Brod verdankt also seine Lockerheit der Kohlensäure, und die Anzahl sowie die Größe der Blasenräume im Brode lassen auf den Verlauf der Gährung einen Schluß machen. Ist dieselbe zu weit getrieben worden, so sind die Blasen sehr groß, was an und für sich kein Nachtheil seyn würde. Der Nachtheil einer zu weit getriebenen Gährung besteht vielmehr darin, daß sich neben Alkohol und Kohlensäure, welche letztere auf den Geschmack des Brodes ohne Einfluß ist, eine dem Brode einen sauern Geschmack ertheilende und jedenfalls dem Magen nicht zuträgliche Säure (höchst wahrscheinlich Milchsäure neben Spuren von Essigsäure) bildet. Einen ähnlichen Nachtheil, wie die zu weit getriebene Gährung, bewirkt auch ein zu großer Zusatz von Sauerteig (über die normale Menge desselben s. Bd. III. S. 132).

Anstatt der genannten Gährungsmittel wendet man in England für Weißbrod ein anderes an, dadurch erhalten, daß man 500 Theile in Dampf gekochte mehlige Kartoffeln durch einen Durchschlag reibt, mit 60 Theilen Melasse oder Rohzucker und einigen Löffel voll Bierhefe vermischt. In mäßiger Wärme stehen gelassen, geräth diese Mischung in lebhafte Gährung und wird dadurch zum Gebrauche geeignet.

Man hat auch, um die Auflockerung des Schwarzbrodteiges mit Umgehung des Sauerteiges und der Gährung zu bewirken, versucht, kohlensaures Natron und Salzsäure anzuwenden, in den Verhältnissen, wie sie mit einander unter Entwickelung von Kohlensäure Kochsalz bilden; für feine Bäckereien wendet man zu gleichem Zweck kohlensaures Ammoniak an. Im letzten Falle scheint das angewendete Mittel für den kleberarmen Teig des feinsten Weißmehls zu genügen, im ersten Falle wird der in größerer Menge vorhandene Kleber selbst, wie es scheint, nicht genugsam aufgelockert und man erhält nach den darüber vorliegenden Erfahrungen ein festes Brod.

3. Das Backen. Der chemische und physikalische Vorgang des Backens besteht in der Austreibung der geringen Menge im Teig vorhandenen Alkohols und der Kohlensäure; in der Verdunstung eines Theiles des Wassers; in der Aufquellung der Stärkekörner, der Zerstörung der Gährung erregenden Kraft des Klebers und endlich in einer Röstung der Stärke und des Klebers auf der Oberfläche. Den beim Backen entweichenden Alkohol kann man in der That nachweisen,

wenn man dasselbe in einer für das Auffammeln des letztern geeigneten Vorrichtung ausführt; die Menge desselben ist jedoch so gering, daß man von den in England zum Zweck der Gewinnung gemachten Einrichtungen gänzlich wieder abgekommen ist. Die Verdunstung des Wassers ist ebenso wichtig für den Bäcker als für den Konsumenten; denn ersterer muß, wenn er Brod von einem bestimmten Gewichte backen soll, beim Abwägen des Teiges darauf Rücksicht nehmen, letzterer erhält nach Befinden zu viel Wasser im Brode, wenn davon nicht genug während des Backens verdunstet ist. Wie groß der Betrag der Verdunstung angenommen werde, ist aus den Bd. III. S. 143 gemachten Angaben ersichtlich, zu deren Vervollständigung angeführt werden mag, daß nach einer Zusammenstellung von Karmarsch aus 100 Pfund Mehl 130,59 bis 136,37 Pfund Schwarzbrod im Großen im St. Nikolaushospital zu Metz erhalten wurden, und Heeren bei einer in kleinerem Maßstabe angestellten Reihe von Backversuchen aus 100 Pfund Weizenmehl im Durchschnitt 127,7 Pfund Weißbrod erhielt. Das aus einer gegebenen Mehlmenge zu erzielende Brodgewicht steht übrigens, wie sich aus dem früher Gesagten leicht versteht, in einer bestimmten Beziehung zum Klebergehalte des Mehles. Dies geht nicht blos aus der allgemein bekannten Erfahrung, daß gutes Mehl mehr „ausgibt“ als schlechtes, hervor; es wird auch durch den Einfluß, welchen der oben berührte Kleienauszug auf die Ausbeute an Brod ausübt, bestätigt. Die Ausbeute wird nämlich vergrößert und zwar fand Fehling, daß aus 4 Pfund Mehl, mit Wasser allein, 6 Pfund 30 Loth Teig und daraus 6 Pfund 4 Loth Brod, aus derselben Menge des gleichen Mehles, mit Kleienauszug, dagegen 7 Pfund 8 Loth Teig und daraus 6 Pfund 18 Loth Brod erhalten wurden. Das Mehrgewicht ist indessen in den gewöhnlichen Fällen nur Wasser (im vorliegenden bestand es aus Wasser und den aus der Kleie extrahirten festen Bestandtheilen), welches durch den größeren Klebergehalt in das Brod gekommen ist. Fehlings Versuche haben auch dieses auf dem Wege des Experimentes nachgewiesen, denn das mit Wasser allein angemachte Brod enthielt in seiner Gesammtmasse (Krume und Kruste zusammengenommen) 45,3 Prozent, das mit Kleienauszug angemachte dagegen 47,9 Prozent Wasser.

Daß auch die Größe des Brodes auf die Ausbeute unter sonst gleichen Umständen einen Einfluß ausübe, ist im Allgemeinen Bd. III.

S. 143 angegeben. Fehling hat auch hierüber direkte Versuche angestellt und erhielt aus

1.	6	Pfund	24	Loth	Teig	6	Pfund	3	Loth Brod.
2.	3	"	12	"	"	3	"	3/4	" "
3.	1	"	22	"	"	1	"	14	" "
4.	1	"	4	"	"	—	"	30 3/4	" "

Der Teig hat also verloren von seinem Gewichte:

in 1.	10	Prozent.
" 2.	10 4/10	"
" 3.	14	"
" 4.	14 8/10	"

Dieser Umstand ist ganz besonders für die Konsumenten von Wichtigkeit, insofern daraus erhellt, daß dieselben in einem kleineren Brode für gleichen Preis eine größere Menge von Nahrungsstoff erhalten.

Durch die Röstung des Teiges an der Oberfläche der Brode entsteht die harte Kruste mit ihrem eigenthümlichen Wohlgeschmack, während im Innern die aufgequollenen Stärke- und Klebertheile mit ihren Blasenräumen die Krume bilden. Die Krume ist stets nicht blos weicher, sondern auch wasserreicher als die Kruste, und darf in normalmäßig gebackenem Weißbrode nicht wohl über 45 Prozent, im Schwarzbrode nicht über 48 Prozent Wasser enthalten. Der Wassergehalt der Kruste kann im Durchschnitt zu etwa 1/3 von dem der Krume angenommen werden, während ihr Gewicht etwa 1/6 davon beträgt.

W. Stein.

Die Teigknetmaschinen, welche im Hauptwerke Band III. S. 147 kurze Erwähnung gefunden haben, sind in neuerer Zeit mehrfach verbessert und den Bedürfnissen größerer Bäckereien so anbequemt worden, daß einige Einrichtungen derselben schon ziemlich vielfache Anwendung gefunden haben.

In der „Allgemeinen Maschinenencyklopädie“ (Leipzig 1841) Bd. I. S. 678—715 sind die bis zum Jahre 1840 bekannt gewordenen Knetmaschinen (Kneading mills; pétrins mécaniques) in systematischer Zusammenstellung beschrieben und zum großen Theile auch abgebildet worden; es sind dies hauptsächlich folgende Einrichtungen:

1) Knetmaschinen ohne Trog: die Breche zur Bearbeitung sehr festen Teiges, die Maschine von Ziborghi in Venedig.

2) Knetmaschinen mit Trog und horizontaler Achse.

a) Maschinen mit geschlossenem, drehbarem Troge, ohne alle Rührwerkzeuge oder mit losen Kugeln oder einem feststehenden Schabmesser: von Lembert in Paris, genannt la Lembertine (vgl. Bd. III. S. 149), Fontaine, J. C. Leuchs, Dumoustier, L. Hebert und Lahore.

b) Mit feststehendem geschlossenen Troge und drehbarer, mit Rührwerkzeugen u. s. w. besetzter horizontaler Achse: von Grant, Haize und Noverre.

c) Mit drehbarem geschlossenem zylindrischem Troge und feststehenden Rührwerkzeugen an einer horizontalen Achse: von Rothgeb und Frank.

d) Mit geschlossenem drehbarem Troge und in entgegengesetzter Richtung gleichzeitig drehbarem Knetrahmen in zwei Ausführungen von Clayton.

e) Mit offenem feststehendem Troge und horizontaler mit Rührwerkzeugen versehener, drehbarer Welle: von Duguet, Maugeret, Ferrand, Lasgorseix (vgl. Bd. III. S. 149).

3) Knetmaschinen mit feststehendem, oblongem Troge und longitudinalen Knetwalzen: von Guy oder Cavalier frères et Comp. (vgl. Bd. III. p. 149), Dumoustier und Gobbelschroy.

4) Knetmaschinen mit vertikaler Achse.

a) Mit drehbarem Troge und Knetwerkzeugen: von David, Lahore und Bruce.

b) Mit feststehendem Troge und drehbaren Knetwerkzeugen: die genuesische Maschine, die von Baracco, Neuhans-Maissonneuve.

5) Knetmaschinen mit geradliniggleitender Bewegung des Troges oder der Knetwerkzeuge: von Corrège, Lahore, David, Brown, Wege.

6) Knetmaschinen mit oszillirenden Trögen: von Selligne.

7) Knetmaschinen mit kontinuirlicher Wirkung für Schiffszwieback bestimmt nach Hebert, Cowderoy, Overton; Clark-Nash und Longbottom.

Die Mehrzahl dieser Maschinen befindet sich auch in dem klassischen Werke von Aug. Rollet, Mémoire sur la Meunerie, la Bou-

langerie etc. Paris 1847 S. 382—410 beschrieben und abgebildet; außerdem sind daselbst erwähnt:

die Maschine von Moret et Mouchot frères, eine Verbesserung der Fontaine'schen Knetmaschine darstellend und daher in die oben angegebene Abtheilung 2. a gehörig;

die Knetmaschine von Poissant et Bernier-Duchaussais zur Abtheilung 2. e gehörig;

der Apparat für Bereitung von Schiffszwieback von Randry zu 7. gehörig;

die Einrichtung von Thomas Tassel-Grant für die Schiffszwiebackbäckerei in Portsmouth zu 2. b gehörig;

die Einrichtung von Rollet und Auboin für die Schiffszwiebackbäckerei zu Rochefort nach Maßgabe des unter 4. a beschriebenen Systemes.

Die vorstehenden Mittheilungen über verschiedene Einrichtungen von Knetmaschinen werden noch vervollständigt durch die von Armengaud in seiner Publication industrielle Vol. IV. p. 267 gegebene Aufzählung der in Frankreich für solche Apparate ertheilten Patente.

Am mehrsten werden in neuerer Zeit die Einrichtungen von Boland und von Rolland für die Brodbäckerei gerühmt.

Der mechanische Backtrog von Boland aus Paris ist in Fig. 1 bis 3 auf Tafel 41 im 25. Theile der natürlichen Größe abgebildet.

In Fig. 1 ist der Trog vertikal durchschnitten, um die Teigbearbeitungswerkzeuge deutlicher zu zeigen;

in Fig. 2 ist eine Endansicht der linken Seite von Fig. 1;

Fig. 3 ist ein Grundriß.

Die Einrichtung ist die ursprüngliche, in welcher diese Knetmaschine im Jahre 1847 durch die Société d'Encouragement bekannt gemacht wurde, und bei welcher gleich anfänglich als ein großer Vorzug erschien, daß sie sowohl zum Einmachen des Sauerteigs und zum Einteigen, wie auch zum eigentlichen Durchkneten benutzt werden kann. Auf den gußeisernen Füßen AA ruht der gußeiserne halbzylinderförmige Trog BB. In der Zylinderachse dieses Troges befindet sich die Welle C. An dieser Welle befinden sich in radialer Lage und in entgegengesetzter Richtung die Arme DD' an der linken und rechten Seite so, daß diese Arme die ebenen Wandflächen des Troges bei

Drehung der Welle ziemlich berühren und dabei vermöge der schiefen Stellung ihrer Flächen den Teig von diesen Wänden ablösen. An das äußere Ende von D und D′ schließen sich die schraubengangförmig gebogenen Windungen E und E′. Die äußere Kante derselben liegt in einer Zylinderfläche und berührt die innere Zylinderfläche des Troges; es laufen diese Windungen nicht ganz bis zu der anderen Wandfläche des Troges und sind dieselben durch die Arme F und F′ noch mit der Welle verbunden; auch schließt sich wohl die Windung E und E′ ziemlich an ihrem der Achse naheliegenden Ende noch durch eine kurze Zwischenverbindung an D an. Während diese Windungen bei einer Drehung der Welle den Teig abwechselnd von rechts nach links und von links nach rechts etwas fortschieben und ihn zu häufigerem Ueberstürzen veranlassen, durchschneiden die Arme F und F′ denselben mehrfach, und bewirken so das Durchkneten und gleichförmige Mischen desselben, indem namentlich ein Aufheben und Ausziehen des Teiges eintritt.

An der sechsseitigen Welle C befindet sich auf der linken Seite das Rad G, in welches die Schnecke H eingreift; letztere befindet sich an einer Welle, die in an die Trogwand eingeschraubten Lagern ruht und das Winkelrad J enthält, in welches das an der Kurbelradwelle angebrachte Winkelrad K eingreift. Es ist ersichtlich, daß bei der Drehung des Kurbelrades L die Bewegung der Welle C hervorgebracht wird.

Um nach Beendigung des Knetprozesses den Trog entleeren zu können, ist die Welle C nebst Armen und Windungen zum Ausheben eingerichtet. Zu dem Ende befinden sich die Lager der Welle C an beiden Seiten des Troges bei M in dem Ende der Hebel M N O, welche bei N ihre Drehpunkte am Troge haben und bei O mit Zahnradsektoren versehen sind; in letztere greifen die Getriebe P an der Welle Q ein. Da nun die Welle Q mit der Kurbel R versehen ist, so bewirkt eine Drehung von R durch den angegebenen Mechanismus ein Ausheben der Welle C, wobei sich das Zahnrad G aus der Schnecke H herauszieht.

Bei den mechanisch bewegten Knetmaschinen dieser Art ist die zuletzt beschriebene Einrichtung weniger zweckmäßig; man läßt daher bei den neueren Einrichtungen dieser Art die Welle C an ihrer Stelle, und macht den Trog B um seine Achse beweglich. Es geschieht dies dadurch, daß an der zylindrischen Endfläche des Troges bei SS in

Fig 2 gekrümmte Zahnstangen angebracht werden, in welche Getriebe greifen. Der Trog wird dabei so um die Achse C C gedreht, daß die eine Seite, etwa T Figur 2, tiefer zu liegen kommt; wird dann die Welle C langsam umgedreht, so schieben die Windungen E E′ den Teig über den Rand T hinaus und bewirken dadurch, daß er in einen untergeschobenen Trog fällt. Das an B, D, E, E′ hängen Bleibende wird dann durch den Arbeiter mit einem Abstreicher entfernt.

Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Welle C beträgt etwa zehn Touren in der Minute und das Durcharbeiten einer eingegebenen Teigmasse von 400 Pfund oder das dazu nöthige Einmachen des Sauerteigs und Einteigen erfordert einen Zeitraum von höchstens zehn Minuten.

Um eine solche Knetmaschine für einen größeren Betrieb zweckmäßig benutzen zu können, ist es nothwendig sie in einer solchen Höhe aufzustellen, daß Backtröge über derselben und unter derselben leicht herzubewegt werden können. Es werden zu dem Ende die Tröge mit kleinen Rädern versehen, und sowohl über als unter der Maschine eine Eisenbahn angebracht, beide Eisenbahnen aber in einiger Entfernung von der Knetmaschine durch einen Aufzug mit einander in Verbindung gesetzt. Ist nun das vorläufige Vermischen von Sauerteig, Wasser und Mehl in der Knetmaschine erfolgt, und das Produkt in einen untergefahrenen Trog gebracht, so wird dieser nach einem geeigneten Raum auf der unteren Eisenbahn abgefahren; nach Verlauf der erforderlichen Zeit auf die obere Eisenbahn gehoben, um den Inhalt in die Knetmaschine einzuschütten, in welche dann noch die erforderliche Mehlpost kommt; der fertige Teig wird dann wieder in einen untergefahrenen Trog entleert und dieser Trog dann nach dem Raume abgefahren, in welchem nach Verlauf der erforderlichen Zeit das Theilen und Formen vorgenommen wird. Es ist hierbei erforderlich, daß sich in der Nähe der Knetmaschine ein Wassergefäß befindet, in welchem das in die Maschine zu führende Wasser bis zu dem durch die äußere Temperatur bedingten Wärmegrad erwärmt werden und seiner Menge nach abgemessen oder abgewogen werden kann, und welches durch ein Rohr mit der Knetmaschine in Verbindung steht.

Die Knetmaschine von Rolland in Paris ist im fünfzigsten Theile der natürlichen Größe in Fig. 4 bis 6 auf Tafel 41 abgebildet.

Fig. 4 ist eine Längenansicht mit in der Mitte durchschnittenem Troge.

Fig. 5 ein Querdurchschnitt.

Fig. 6 eine obere Ansicht.

Die vier Füße A tragen den hölzernen innerlich mit Weißblech ausgeschlagenen Trog B, welcher unterhalb nach Form eines Halbzylinders hergestellt ist, und erhöhte Wände hat. In die vertikalen Seitenwände ist die Achse C C eingelagert, an welcher sich in entgegengesetzter Richtung zwei Rahmen befinden, die zusammen eine Sförmige Gestalt haben (vergleiche Figur 5). Diese Rahmen werden durch Arme D gebildet, welche einerseits mit der Welle C, andererseits mit den Schienen F verbunden sind, und von den Schienen F gehen Arme von halber Länge E aus, welche jedes Mal zwischen zwei Armen D liegen. Dabei ist die Einrichtung so getroffen, (und dies karakterisirt die vorliegende Einrichtung), daß jedes Mal einem Arme D in dem einen Rahmen ein halber Arm E in dem andern Rahmen gegenüber liegt, so daß ein möglichst vielseitiges Durcharbeiten und Brechen des Teiges durch Abwechselung dieser mit derselben Teigpartie in Verbindung kommenden Arme Statt findet.

Zur Drehung der Welle C und der an derselben befestigten Rahmen ist an ersterer das Zahnrad G befestigt, in welches das Getriebe H eingreift; letzteres ist mit einem Schwungrade und der Kurbel J verbunden. Dem Kurbelhalbmesser und der Radübersetzung entsprechend macht bei der vortheilhaftesten Geschwindigkeit, mit welcher der Arbeiter die Kurbel J bewegt, die Welle C etwa 6 Umdrehungen in 1 Minute. Bei einer mehrfach angewendeten Abänderung dieser Rolland'schen Knetmaschine sind die Arme D nicht Sförmig gebogen, sondern gerade, stehen aber auf der Welle nicht ganz senkrecht. Die Welle selbst liegt mit ihren Lagern auf einem besonderen Gestell, in welches, wenn die Armebenen horizontal liegen, der mit Rädern versehene gefüllte Trog eingefahren, und nach beendetem Knetprozesse aus demselben wieder ausgefahren werden kann. Namentlich für kleinere Etablissements ist diese Einrichtung sehr zweckmäßig, da sie die vorher erwähnte doppelte Bahn und den Aufzug entbehrlich macht.

Auf einem Prinzipe ganz eigenthümlicher Art beruht die Knetmaschine von Couvrepuits in Metz. Der zylindrische Trog, welcher

zum Oeffnen eingerichtet ist und dicht verschlossen werden kann, besteht der Länge nach aus zwei Abtheilungen, zwischen denen sich eine vertikale Siebwand mit kleinen Oeffnungen befindet. Die zu bearbeitende Masse wird in die eine Hälfte geschüttet und mittelst eines Kolbens durch die Siebwand in die andere Hälfte gepreßt, hierauf durch einen zweiten Kolben aus der anderen Abtheilung in die erstere zurückgepreßt u. s. f. Nach etwa fünfmaliger Wiederholung dieses Vorganges in etwa 10 bis 12 Minuten ist der beabsichtigte Zweck in großer Vollkommenheit erreicht.

Die mit großer Umsicht angestellten früheren Versuche von Gaultier de Claubry haben dargethan, daß bei Anwendung der Maschinen von Lasgorseix, Ferrand, David und Cavalier ein von anderer Seite behaupteter nachtheiliger Einfluß auf die Brodausbeute gegenüber der Brodteigbereitung mit der Hand nicht Statt findet; neuere Versuche haben dies bezüglich der in neuerer Zeit verbesserten Maschinen wiederholt bewiesen. Die Meinung, daß bei den aus Eisen konstruirten Knetmaschinen eine Verunreinigung des Teiges durch Eisenoxyd Statt finde, hat die Erfahrung widerlegt und schon eine ganz oberflächliche Vergleichung des Gewichtes der mit dem Teige in Berührung kommenden Theile der Knetmaschinen mit dem Teiggewichte, welches in längerer Zeit durch die Maschinen hindurch geführt wird, zeigt, daß eine überaus große Gewichtsverminderung der Maschine selbst Statt finden müßte, wenn auch nur ein geringer nennenswerther Betrag des Eisens in Oxydform dem Teige sich mittheilen sollte. Die bei einigen Knetmaschinen mangelnde Zuführung von Luft zum Teige, auf deren Eintreten bei dem Kneten mit der Hand besonders Gewicht gelegt wird, ist von kompetenter Seite als kein Fehler der Maschinenarbeit nachgewiesen worden; mehreren und namentlich den hier ausführlicher beschriebenen Maschinen kann man aber nicht einmal diesen Mangel zuschreiben. Außerdem zeigt die Erfahrung, daß Brod aus mit Maschinen bereitetem Teige gebacken, gleichmäßigere Oeffnungen oder Augen hat, als das aus mit der Hand geknetetem Teige, was eine regelmäßigere Beschaffenheit des Teiges unwiderleglich beurkundet. Es läßt sich daher das Urtheil aussprechen, daß gute Knetmaschinen in der That für die Brodbäckerei dasselbe und mit größerer Reinlichkeit leisten als Handarbeit, und daß für einen großen Betrieb der Vortheil unleugbar auf Seite der Knetmaschinen ist, weil sie schneller, gleich-

förmiger und zuverlässiger arbeiten und weniger Kraft konsumiren. Offenbar kann aber eine Ersparung an Handarbeit und Zeit nur bei großem Betriebe sehr merklich werden, da alle anderen Arbeiten, die dem Knetprozesse vorausgehen und ihm nachfolgen, dieselben bleiben.

Hierzu kommt noch, daß die Knetmaschinen den mit der Bäckerei Beschäftigten einen höchst anstrengenden Theil ihrer Arbeit abnehmen, einer Arbeit, die nach deßfallsigen Beobachtungen in nicht zu hohen Jahren schon körperliche Leiden zur Folge hat. In sanitätspolizeilicher Hinsicht erscheint daher die Einführung der Knetmaschine unbestritten als ein Vortheil.

Aus den mitgetheilten Bemerkungen in Vereinigung mit dem, was der Artikel im Hauptwerk aussagt, ist aber ferner zu entnehmen, daß die Knetmaschine sich mit Vortheil nur für Herstellung einer großen Menge eines gleichen Fabrikates benutzen läßt; ihre Anwendung bleibt daher vorzugsweise auf Brod- und Zwiebackbäckerei eingeschränkt, und läßt sich nicht wohl auf Bearbeitung solchen Teiges ausdehnen, der für feinere Gebäcke und für solche Fabrikate bestimmt ist, die schon in der Vorbereitung eine gewisse Verschiedenartigkeit der Manipulation voraussetzen. —

Die Backöfen wirken entweder dadurch, daß die Wärmeentwicklung und die Uebertragung der Wärme an das Gebäck abwechselnd hintereinander erfolgen und die Masse des Backofens durch Aufnahme der entwickelten Wärme und Ausstrahlung derselben vermittelnd wirkt; oder so, daß Wärmeentwicklung und Uebertragung der Wärme an das Gebäck stetig und gleichzeitig Statt finden. In jedem von beiden Fällen kann dieser Vorgang unter verschiedenen Umständen Statt finden, und es entstehen dadurch folgende verschiedene Arten von Backöfen:

A. solche mit Verbrennung im Backraume,

B. solche mit außerhalb des Backraums liegender Feuerstätte, bei denen aber die Verbrennungprodukte den Backraum durchströmen;

C. Backöfen mit Heizung von außen, bei denen die Rauchzüge (und nach Befinden auch Luftzüge) die Wandflächen des Backraumes nur äußerlich berühren;

D. solche, bei denen die Zuführung der Wärme der Hauptsache nach durch in das Innere des Backraumes tretende erhitzte Luft bewirkt wird; und endlich

E. solche, bei denen das Gleiche durch eingeführten überhitzten Wasserdampf erfolgt.

Die unter A angeführten sind die ältesten und werden zunächst nur für kleinen Betrieb und Holzfeuerung hergestellt, wenn sie auch in neuerer Zeit zugleich für größeren Betrieb vorgerichtet worden sind. Die Leistung derselben wird bezüglich des Kostenpunktes durch Verwendung des theureren Brennmaterials (Holz) herabgezogen!, und es ist mit ihnen eine stete Verunreinigung des Ofens und eine theilweise ungesunde Arbeit für die beschäftigten Arbeiter in nothwendiger Verbindung. Die unter B erwähnten gestatten die Anwendung eines anderen Brennmateriales als Holz, es tritt bei ihnen eine Verunreinigung des Backraums mindestens durch die Verbrennungsprodukte ein, und sie stehen nebst den unter A aufgeführten bezüglich der Quantität der Leistung in gegebener Zeit den nachfolgenden deshalb nach, weil die für die Feuerung erforderliche Zeit für das eigentliche Backen verloren geht. Die unter C, D und E aufgeführten haben den Vorzug größter Reinlichkeit, der Verwendung jeden Brennmaterials, der Möglichkeit großen und ununterbrochenen Betriebs und daher größter Billigkeit. Bei den unter C und D aufgeführten sind daher auch mancherlei mechanische Einrichtungen angebracht worden, welche diesen größern Betrieb zu fördern geeignet sind.

Im Nachfolgenden sollen die verschiedenen Einrichtungen der Backöfen nach der angegebenen Eintheilung geschildert werden; es wird dabei häufig auf das vortreffliche Werk von Aug. Rollet: Mémoire sur la meunerie, la boulangerie et la conservation des graines et des farines, Paris 1847, Bezug genommen werden, in welchem alle die daraus angeführten Einrichtungen abgebildet sind.

A. Backöfen mit Verbrennung im Backraume.

1) Die ältere Einrichtung eines einfachen Backofens ist in dem Hauptwerke Bd. III p. 138 und Taf. 40, Fig. 13 und 14 mitgetheilt. In Rollets Werk ist ausführlich beschrieben und abgebildet:

a) die von Malouin bereits 1767 beschriebene Einrichtung, welche der vorher erwähnten gleich ist, (S. 413);

b) die im Hafen von Lorient gebräuchlichen Oefen mit horizontal liegender Backsohle und birnförmiger Gestalt derselben ohne Rauchabzug

(ouras), die Länge der Sohle von der Thür an beträgt 3,7 m, die größte Breite 3,1 m (p. 417);

c) der Ofen von Parmentier mit einem zur Seite befindlichen Wasserkessel. Der Backraum ist elliptisch, die Sohle hat 3,6 m größten und 3 m kleinsten Durchmesser und liegt hinten am Ende des größten Durchmessers 0,12 m höher als an der Thür; von der Mitte des Deckengewölbes aus geht ein Rauchabzug nach vorn, welcher über der Thür mündet (p. 415);

d) die im Hafen von Rochefort gebräuchlichen Oefen, mit horizontaler und kreisförmiger Sohle von 3,5 m Durchmesser, und einem Rauchabzug wie unter c (p. 419);

e) ein Schiffbackofen für eine Fregatte von 60 Kanonen mit ovaler horizontal liegender Sohle von 2 m größtem und 1,5 m kleinstem Durchmesser, ohne Rauchabzug (p. 475).

2) Der Ofen von Debrocq in der Arsenalbäckerei zu Brest (Annales des ponts etc. 1847 I. p. 58), ist 4 m tief, 3,05 m breit bei 0,43 m Gewölbhöhe; fünf Röhren von starkem Eisenblech vertheilen die zum Verbrennen des Holzes im Innern erforderliche Luft möglichst gleichmäßig; zwei liegen im Niveau der Sohle und führen die Luft nach dem unweit der Thüre liegenden Holze, zwei liegen 0,4 m höher und münden in der halben Tiefe des Ofens, die letzte endlich mündet am hinteren Ende unmittelbar unter der Schlußschicht des Gewölbes. Alle Röhren können vorn zu entsprechender Regulirung des Zugs geöffnet oder geschlossen werden. Der Rauch zieht durch die Thür in einen vorn angebrachten Rauchfang ab.

3) Der Backofen von Lespinasse in der Arsenalbäckerei zu Brest (Annales des ponts etc. 1847 I. p. 73 — Rollet p. 463) hat etwa 4,5 m Tiefe und 3,6 m Breite; die Sohle steigt nach hinten zu ein wenig an und hat eine vierseitige Gestalt mit abgerundeten Ecken. Die Verbrennung findet bei verschlossenen Eingangsthüren in der Art Statt, daß die zur Erhaltung derselben erforderliche Luft, welche vorher unter der Sohle zirkulirt und sich erwärmt hat, auf jeder Seite durch drei Oeffnungen einströmt, von denen die erste und größte nicht weit von der Eingangsthür entfernt ist, die letzte und kleinste etwa am Ende des ersten Drittheils der Tiefe des Backraumes liegt. Hinten sind zwei Rauchabzugsöffnungen angebracht, welche den Rauch nach den oberhalb des Gewölbes befindlichen Rauchzügen führen; in diesen

Rauchzügen gehen die Verbrennungsprodukte ein Mal nach vorn, dann wieder zurück und wieder nach vorn, und vereinigen sich hier in dem oberhalb der Eintragthür angebrachten Schornsteine. Nach oben zu werden die Züge durch ein zweites aus hohlen Ziegeln gebildetes Gewölbe begrenzt, um den Wärmeverlust möglichst zu verhindern. Sowohl die Luftzuführungskanäle als auch die Rauchabführungskanäle sind mit Regulirungsschiebern versehen, um die Intensität der Verbrennung angemessen zu leiten, den Ofen gleichmäßig oder auf einer Seite stärker als auf der andern zu erwärmen, und endlich nach entsprechender Heizung durch vollständiges Schließen der Schieber das Verkühlen möglichst zu verlangsamen.

4) Der neuere Ofen von Lespinasse (Armengaud, Publ. ind. X. 220) ist dadurch vereinfacht, daß die Luftzüge unter dem Herde weggelassen worden sind, und die zur Verbrennung des eingesetzten Holzes erforderliche Luft durch die Eintragthür eintritt. Die ganze Tiefe des Backraumes beträgt 4,12 ^{m}. Die hintere Begrenzung wird durch einen Bogen von 1,7 ^{m} Halbmesser, die vordere durch einen Halbmesser von 1,37 ^{m} gebildet; die Mittelpunkte beider Bögen liegen um 1,05 ^{m} auseinander, an den Seiten sind die Bögen durch gerade Linien mit einander verbunden. Die Sohle liegt hinten 0,1 ^{m} höher als vorn; die Gewölbhöhe beträgt vorn 0,6 ^{m}, hinten 0,3 ^{m}, hinten sind 2,3 ^{m} auseinanderstehend zwei Rauchabzugsöffnungen angebracht, welche den Rauch in breiten Kanälen über das Deckgewölbe nach vorn leiten, wo er in den Schornstein strömt. Zwischen diesen Kanälen und zur Seite derselben sind durch Zungen getheilte schmale Lufträume angebracht, in welchen die Luft nicht zirkuliren kann, und die als Wärmereservoirs dienen sollen. Ueber den Zügen ist eine 0,5 ^{m} hohe schlecht leitende Decke vorhanden. Die Ausgänge der Rauchabzüge nach dem Schornstein sind durch Schieber regulirbar.

5) Der Backofen von Ferrand in der Hospitalbäckerei in Paris (Rollet p. 469) enthält eine horizontale Backsohle von 3 ^{m} Tiefe und 1,8 ^{m} Breite mit abgerundeten Ecken. Die Eintragöffnung kann durch vier in entsprechenden Leitungen gehende Schieber entsprechend geöffnet werden. Das Gewölbe steht in der Mitte um 0,3 ^{m}, an den Seiten um 0,13 ^{m} über der Sohle. Die zum Heizen des Ofens erforderliche Luft tritt durch die entsprechend geöffnete Eintragthür ein, der Rauch

entweicht durch drei am hinteren Ende in dem Deckengewölbe angebrachte Oeffnungen und tritt durch eine Anzahl von oberhalb angebrachten Kanälen über das Gewölbe nach drei sich vorn in dem Schornsteine vereinigenden Füchsen. Sowohl die hinteren Oeffnungen als die Füchse können zu gleichmäßiger Vertheilung der Wärme durch Schieber regulirt werden, deren Zugstangen an der vorderen Ofenseite mit Handhaben versehen sind. Wegen Reparaturen des Ofens wird in der Mittellinie des Herdes die Sohle durch drei lose über einander liegende Steinschichten gebildet, welche leicht vorn herausgenommen werden können und dann einen Kanal bilden, der einem Arbeiter erlaubt, in den Ofen sich hineinzubegeben.

6) A. Easterman (Denrées alimentaires, Pain. Bruxelles 1856) empfiehlt nach dem Systeme von Lespinasse folgende Abänderung der gewöhnlichen älteren Backöfen. In dem den Backraum begrenzenden Obergewölbe werden an dem der Eintragthür gegenüber liegenden Punkte und in 45° Abstand auf jeder Seite von diesem Punkte drei Oeffnungen von 0,12 m Breite und Höhe etwa 0,15 m über der Backsohle durch das Gewölbe gebrochen, hierauf in einem Abstande von 0,15 m von dem Obergewölbe ein zweites angebracht, und von diesem aus oberhalb der Eintragthür eine mit Schieber zu verschließende Oeffnung nach der Esse hergestellt, das neue Gewölbe aber dann wieder mit schlechten Wärmeleitern überdeckt. Von der Vordermauer aus werden ferner zu beiden Seiten der Eintragthür zwei Oeffnungen nach dem Backraume angebracht, durch welche während des im Innern Statt findenden Holzbrandes die Luft bei geschlossener Eintragthür zuströmt, und die dann mit Steinen verschlossen werden. Da auf diese Art die Verbrennungsprodukte genöthigt sind über das Deckengewölbe abzuziehen, so wird gegen die gewöhnliche ältere Backofenkonstruktion 30 Prozent an Brennmaterial erspart, und es kostet die Umänderung eines älteren Ofens von 2,5 m innerer Weite ohngefähr 130 Franken.

7) Um ein anderes Brennmaterial als Holz zum Heizen der Backöfen verwenden zu können, hat man eiserne Kästen angewendet, welche zur Aufnahme des Brennmateriales bestimmt waren und auf der Sohle ein- und ausgefahren wurden (Rollet p. 424). Diese Kästen enthielten einen Rost und unter demselben ein Blech zur Aufnahme der Asche. Die zur Unterhaltung der Verbrennung erforderliche Luft tritt durch die Eintragthür ein, die Verbrennungsprodukte ziehen

durch einen oberhalb im Gewölbe angebrachten Abzug aus dem Backraume ab. Es wird auf diese Art zwar die Sohle des Backraumes entsprechend reinlich gehalten, doch ist eine übermäßig große Menge von Brennmaterial erforderlich, da die im Uebermaße durch die Eintragthür zutretende Luft den Backraum ununterbrochen abkühlt. Um den letzteren Uebelstand zu beseitigen, versah man den eingefahrenen Heizkasten mit einem Luftzuführungsrohre und schloß die Eintragthür bis auf die Oeffnung dieses Rohres. Diese Einrichtung ist trotz der Unbequemlichkeit bei der Bedienung längere Zeit in England in Anwendung gewesen, es läßt sich bei derselben aber eine gleichförmige Anheizung des Ofens nur dann erreichen, wenn man den Heizkasten während des Anwärmens nach verschiedenen Stellen des Ofens rückt. Am zweckmäßigsten würde dieser Apparat zur Verwendung von Kokes als Brennmaterial benutzt werden können.

B. Backöfen mit außerhalb des Backraumes liegender Feuerstätte und Durchzug der Verbrennungsprodukte durch den Backraum.

8) Der in Apulien gebräuchliche, mit trockenem Hornvieh- oder Pferdemist zu heizende Gemeindebackofen, welcher im Hauptwerke Bd. III. S. 152 beschrieben und dort Taf. 42 Fig. 1—9 abgebildet ist, gehört in diese Klasse. Ebenso

9) der nach den Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen im Hauptwerke Bd. III. S. 151 beschriebene und Taf. 40 Fig. 15 und 16 abgebildete Backofen; endlich auch

10) die von Prechtl ebendaselbst S. 151 vorgeschlagene und Taf. 40 Fig. 11 und 12 abgebildete Einrichtung.

11) Eine der zweckmäßigsten Einrichtungen solcher Oefen, wie sie namentlich in Manchester und Birmingham in Anwendung sich befinden, und von Lucy William empfohlen werden, ist in Fig. 7—9 Taf. 41 abgebildet (Rollet p. 430). Fig. 7 ist eine vordere Ansicht, Fig. 8 ein Vertikaldurchschnitt in der Längenachse, Fig. 9 ein Horizontaldurchschnitt über der Backsohle, sämmtlich in $^1/_{100}$ der natürlichen Größe. Der Backraum hat 2,6^m Breite, 3,5^m Länge und ist viereckig; zu demselben führt die Eintragthür b. Unter der letzteren befindet sich die Feuerthür c und die Aschenthür d. Der Rost e liegt 0,45^m unter

der Backsohle, die Verbrennungsprodukte treten durch die Oeffnung f, welche nach beendeter Heizung mit einer Eisenplatte bedeckt wird, in den Backraum und durch die 5 Abzugskanäle g, welche bei h über das Gewölbe des Backraumes geführt sind, nach der Esse i. k ist ein Schieber zum Verschließen dieser Esse, l der mit dem Schieber m zu verschließende Dampfabzug, n der Wasserkessel, o die zu dessen oberem Ende führende Thür und p die aus demselben kommende mit einem Hahn zu verschließende Röhre. Die vorliegende Konstruktion bietet den Vortheil dar, daß durch die den Rauch abführenden Züge noch ein Theil der Wärme des letzteren nutzbar gemacht wird.

12) Der eben beschriebenen Konstruktion sehr ähnlich sind die in Frankreich eingeführten Schiffsbacköfen von Pironneau (Rollet p. 475), deren Mauerwerk in einem eisernen Gehäuse sich eingesetzt befindet und die einen ovalen Backraum von 1,8^{m} Länge und 1,5^{m} Breite erhalten. An der Rückseite des Backraums sind 2 Rauchzüge vorhanden, die sich ungefähr über der Mitte des Ofens in dem mit einem Schieber zu verschließenden Rauchfang vereinigen.

13) Außerdem werden von Rollet folgende hierhergehörende Formen beschrieben:

a) der Brauder'sche Backofen (p. 425) mit kreisförmiger Backsohle von 5,8^{m} Durchmesser; der Rost liegt außerhalb des Kreises etwa 90° von der Eintragthür auf der einen Seite, und der Rauchabzug etwa um 45° auf der anderen Seite derselben entfernt;

b) die in Deptford, Plymouth und Portsmouth gebräuchlichen Backöfen (p. 426) mit elliptischer Backsohle, deren große Achse 4,27^{m}, die kleine Achse 3,80^{m} beträgt; die Eintragthür befindet sich am Ende der großen Achse, der Rost rechts von derselben und ist von der vorderen Mauer aus zugänglich; die Verbrennungsprodukte treten etwa 45° von der Eintragthür entfernt in den Backraum, und in ähnlicher Lage auf der linken Seite aus. Ueber der Eintragthür befindet sich ein Dampfabzug.

c) Die Backsohle der Backöfen im Hospital zu Greenwich (p. 428) ist ein Viereck von 3,6^{m} Länge und 3^{m} Breite, auf der einen Seite der Eintragthür liegt der Rost, auf der anderen der Rauchabzug, in welchen ein von der Mitte ausgehendes Dampfabzugsrohr einmündet;

d) bei den in London gebräuchlichen Backöfen (p. 430) findet gegen die vorher erwähnte Konstruktion nur der Unterschied Statt, daß

die vordere Begrenzung der Backsohle nicht geradlinig, sondern im Bogen ausgeführt ist. — Oefen dieser Art von $10\frac{1}{2}$ Fuß Länge, $7\frac{1}{2}$ Fuß Breite und 30 Zoll Höhe backen in einer Hitze 10 Bushel Brod und verbrauchen dazu 60 Pfund Steinkohlen; der Anschaffungspreis beträgt einschließlich aller Eisentheile 42 Pfund Sterling;

e) der Backofen von Baudour in Tournay (p. 430) hat eine kreisförmige Backsohle von $5{,}6^{m}$ Durchmesser, der Rost liegt der Eintragthür diametral gegenüber in einem an das Backofengemäuer gemachten Anbau, von ihm aus gehen die Verbrennungsprodukte durch 3 Züge in den Backraum und treten, durch zu beiden Seiten der Eintragthür angebrachte Abzüge, in die Esse.

f) Dobsons Ofen (p. 431) ist kreisförmig. Der Rost liegt zur Seite der Eintragthür; am Umfange des Backraums sind mehrere Oeffnungen zum Abzuge der Verbrennungsprodukte vorhanden, welche nach Erfordern geöffnet oder geschlossen werden können, um die Wirkung der Feuerung auf einzelne Theile des Backofens zu leiten. Auch werden zwei Oefen so nebeneinander gestellt, daß die zwischen denselben angebrachte Feuerung entweder nach dem einen oder nach dem andern geleitet werden kann.

g) Baron's Backofen (p. 432) hat eine Backsohle von fünfseitiger Form; zwei Seiten laufen in der Eintragthür zusammen, und durch eine derselben findet die Einströmung der Verbrennungsprodukte Statt, ähnlich wie bei den englischen Backöfen;

h) der Backofen von Pironneau (p. 432) ähnelt dem von Dobson; die Backsohle ist ziemlich kreisförmig von $3{,}8^{m}$ Durchmesser; die Einfeuerung liegt neben der Eintragthür; auf der hinteren Seite liegen $1{,}6^{m}$ von einander abstehend 4 Oeffnungen, welche nach einer hinten angebrachten Esse gehen;

i) bei dem Backofen von Martin und Dumas (p. 436) liegt der Rost unter der Eintragthür, die Verbrennungsprodukte strömen durch eine in der Mitte der Backsohle angebrachte Oeffnung in den Backraum, und entweichen aus demselben an der Eintragthür in die daselbst angebrachte Esse;

k) der Backofen von Laune (p. 436) ist dem vorher beschriebenen bis auf den Umstand gleich, daß zum Abziehen des Rauches über der Eintragthür ein besonderes Rohr angebracht ist.

14) Die Einrichtung von A. Easterman in Brüssel (Denrées alimentaires, Pain, Bruxelles 1856) enthält einen kreisrunden Backraum von 3,5 m Durchmesser und 0,4 m größter Höhe; die Backsohle steigt um 1/80 von der Thür aus an. Links von der Thür, in einem mittleren Winkelabstande von gegen 45°, liegt in gleichem Niveau mit der Backsohle der Einfeuerungsrost, dessen Längenachse exzentrisch, d. h. gegen den Endpunkt des von dem Thürmittel ausgehenden Durchmessers gerichtet ist. Ungefähr in gleichem Abstande auf der rechten Seite der Feuerungsthür befindet sich die Rauchausströmungsöffnung, welche nach einem Kanale führt, der sich in schlangenförmigen Windungen über die gewölbte Decke des Backofens nach dem Schornsteine hinzieht und mit einem Schieber zu verschließen ist; in diesen kann auch frische Luft eintreten und er hat in seinem Verlaufe Ausläufer, in welchen sich stillstehende heiße Luftmassen befinden. Von dem über der Feuerung befindlichen Gewölbe aus geht außerdem direkt nach dem Schornstein ein mit einem Schieber zu verschließender Kanal.

15) Eine weitere Ausbildung hat das beschriebene englische Backofensystem durch die Konstruktion von Selligue erhalten (Rollet p. 434). Der Backraum hat 4 m Tiefe, 3,3 m Breite, die Backsohle ist mit Gußeisenplatten belegt und steigt unter einem Winkel von 4° nach hinten an. Es befinden sich unter derselben 2 Feuerungen, jede im Mittel um 0,7 m von der Seitenwand abstehend. Die Oeffnungen zur Einführung des Rauches in den Backraum, welche in der Backsohle vorhanden sind und mit ihrem Mittelpunkte um 1 m von der vorderen Thür abstehen, sind 0,8 m lang, 0,35 m breit; die Rauchabzüge entsprechen der englischen Einrichtung. Die Eintragöffnung geht über die ganze Breite des Ofens und hat nur 0,15 m Höhe, sie wird durch 2 vertikale Eisenplatten geschlossen. Das Eintragen erfolgt durch 4 eiserne mit Drahtgeflecht bezogene Rahmen, auf welche außen die geformte Teigmasse aufgelegt wird, und die dann eingeschoben werden; jeder Rahmen ist für 35—40 Brode bestimmt. Bei dem Gebrauche zeigten sich theils in der richtigen Beobachtung des Ofenganges, theils in der Manipulation der etwas zu großen Rahmen, theils darin noch Schwierigkeiten, daß die Brode schwer von den Drahtgeflechten abzulösen waren.

C. Backöfen mit Heizung von außen durch Feuer-, Rauch- und Luftzüge.

16) Der Rumford'sche Backofen (Rollet p. 436) hat den horizontalen Querschnitt eines regelmäßigen Sechsecks; in demselben liegen 6 durch schwache Ziegelmauern von einander getrennte Backräume, von denen jeder eine Backsohle in Form eines gleichseitigen Dreiecks von 1^{m} Seitenlänge und in der Umschließungsmauer eine Eintragthür hat. Backsohle und Deckplatte des Backraumes werden durch Gußeisenplatten gebildet. Unter dem Mittelpunkte des regelmäßigen Sechsecks befindet sich die Rostfeuerung, die Flamme derselben steigt vertikal auf und geht entweder unter einer oder unter mehreren dieser 6 Backsohlen hin, zieht dann bei jedem Backraume durch 2 neben der Eintragthür in der Umfassungsmauer angebrachte Züge aufwärts, verbreitet sich oberhalb über der als Decke dienenden Eisenplatte, und die Verbrennungsprodukte entfernen sich dann durch den in der Mitte angebrachten und mit den 6 oberen Zugräumen in Verbindung stehenden Schornstein. Durch die in den Zügen angebrachten Schieber wird es möglich, die Feuerung ganz beliebig nach einem oder nach mehreren der 6 Backräume zu dirigiren.

17) Der Backofen von Poissant und Besnier-Duchaussais (Rollet p. 437) besteht aus einem in Eisenblech ausgeführten Backraume, welcher in einer zweiten ähnlichen Blechhülle steht. Der Abstand letzterer von ersterer ist genügend groß, daß die Verbrennungsprodukte der beiden angebrachten Feuerungen hindurch strömen können. Diese Konstruktion hat keine Anwendung gefunden.

18) Bei der Konstruktion von Sujol-Dupuy (Rollet p. 438) findet nur eine Heizung von oben durch das über dem viereckigen Backraume angebrachte Blechgewölbe Statt. Zu beiden Seiten des Backraumes liegen Rostfeuerungen, von denen Flamme und Rauch über dieses Blechgewölbe ziehen und am höchsten Punkte desselben durch 3 Abzüge sich entfernen können.

19) Bei dem im Departement de l'Isère zur Anwendung gekommenen Backofen von Giraud (Rollet p. 439) steht in dem etwas höher als gewöhnlich ausgeführten Backraum mit kreisförmigem Querschnitt in der Mitte ein eiserner Füllofen, dem von oben das Brennmaterial zugeführt wird und dessen Rost unterhalb des Backsohle liegt,

von wo die Asche nach einem vertieften Aschenfall niederwärts geht. Die Wärme wird durch Ausstrahlung mitgetheilt.

20) Der für Holzfeuerung eingerichtete Backofen von Mück in Stuttgart (Gewerbeblatt aus Württemberg 1851 S. 360) ist auf Taf. 42 in Fig. 16 im Längendurchschnitt, in Fig. 17 in einem horizontalen Durchschnitt, halb durch die unteren Züge halb durch den Backraum gehend, und in Fig. 18 im vertikalen Querschnitte dargestellt. Bei a liegt der Rost, von diesem aus geht ein in seiner weiteren Erstreckung durch eine Zunge c getheilter Hauptzug, in welchen eine Anzahl nach rechts und links abgehender Seitenzüge d münden. Alle diese Seitenzüge führen den Rauch unter der Backsohle h nach 4 den Backraum umschließenden und von einander getrennten Oeffnungen e, durch welche er in die 4 oberen Züge f eintritt. Die letzteren münden vorn über der Eintragthür i horizontal nebeneinander bei g und können nach Bedarf verschlossen werden. Zwischen den Zügen f und dem Backraume liegen 4 gewölbte Gußeisenplatten, die denselben nach oben abschließen. Die Ableitungsröhre l, welche bei m verschlossen werden kann, dient zur Abführung des Dampfes. Bei n neben der Eintragthür befindet sich eine mit einer Linse verschlossene Oeffnung, welche zur Beleuchtung des Backraums dient.

21) Bei der Ofenkonstruktion von Clara (Rollet p. 460) ist zwischen der Etage, in welcher der Rauch sich strahlenförmig ausbreitet, und der Backsohle noch eine Zugetage angebracht, in welcher erwärmte Luft zur Ausgleichung der Hitze zirkulirt, und es wird die so erwärmte Luft mit dazu benutzt, in den einzelnen strahlenförmigen Zügen der darunter liegenden Zugetage unmittelbar am Beginn eines jeden solchen Zuges dem Rauch zugeführt zu werden, um eine Rauchverbrennung zu erzielen. Die Verbrennungsprodukte gehen durch eine über dem Backraume liegende Zugetage nach der Esse.

22) Der Backofen des Majors Serre auf Maxen, abgebildet in dem bayerischen Kunst- und Gewerbeblatt 1850 S. 339, ist vorzugsweise für Steinkohlenfeuerung eingerichtet und enthält unter der Backsohle Rauchzüge in 2 Etagen über einander liegend, über der Backsohle dergleichen Züge und über denselben, durch mehrere übereinander gespannte Gewölbe hervorgebracht, zwei Räume stillstehende Luft zur Zurückhaltung der Wärme. — Auch werden Doppelbacköfen konstruirt, bei denen die Rauchzirkulation um 2 übereinander liegende Backräume

geführt ist. — Durch Regulirung der Züge kann man Herdhitze und Oberhitze ganz gleich machen und bei dem Doppelbackofen zugleich bewirken, daß man in dem einen Backraum ein Gebäck erzeugt, welches einen andern Hitzegrad voraussetzt, als das in dem andern Backraume hergestellte. Es ist möglich innerhalb 24 Stunden einen sechzehnmaligen Einsatz zu machen. Ein Doppelbackofen, bei welchem jeder Backraum 144 Quadratfuß Herdfläche enthält, kostet 500 Reichsthaler einschließlich des erforderlichen Eisenwerkes (vergl. Versuche in den Mittheilungen des Hannov. Gewerbevereins, Liefg. 62, p. 371 und polyt. Centralblatt 1848 S. 517).

23) Der Backofen in der Militärbäckerei in Hannover, der sich für alle Arten des Brodes vom ordinärsten Schwarzbrod bis zum feinsten Weißbrod eignet und auch in anderen Etablissements zur Konfektbäckerei dient (vgl. Abbildung in dem technischen Wörterbuche von Karmarsch und Heeren Bd. I. p. 377) hat einen Backraum von 18 Fuß Länge und 9¹/₄ Fuß Breite und faßt 300 Brode im Gesammtgewichte von 2250 Pfund. Vorn liegen unter der Backsohle 2 Rostfeuerungen, von denen 6 Längenzüge nach hinten gehen; die diese Züge trennenden Zungen sind von Distanz zu Distanz zu Erlangung einer vollkommen gleichmäßigen Vertheilung der Hitze durchbrochen. Von den beiden Seitenzügen steigen oben geschlossene Höhlungen auf, welche durch stehende Hitze die Seitenwände des Backraumes erwärmen. An der Hinterwand gehen die 6 Rauchzüge vertikal in die Höhe und wenden sich oberhalb der gewölbten Decke nach vorn, wo sie in den Schornstein geleitet sind. Im vorderen Drittel liegen diese Oberzüge höher, so daß zwischen ihnen und der Decke des Backraums ein offener Raum hergestellt werden kann, der durch seitliche Vertikalzüge mit dem Heizraum in unmittelbare Verbindung gebracht ist, um so dem Vorderofen die erforderliche Oberhitze zu geben, die ihm durch die weitgeführten oberen Rauchkanäle nicht mehr zugeführt werden kann. Diese Zuführung kann durch Schieber entsprechend regulirt werden. Von diesen vorderen Vertikalzügen gehen mit doppelten Schiebern verschlossene Oeffnungen nach dem Backraume, um nach Erfordern, wenn der Ofen noch kein Gebäck enthält, demselben noch eine schnellere Erhitzung zu geben. Aus dem Backraume führen an fünf Stellen eiserne Röhren nach den oberen Rauchzügen, die zur Entfernung der Wasserdämpfe dienen und durch Schieber geschlossen werden können.

Die Feuerungen und unteren Züge sind überwölbt, auf dem Gewölbe liegt ein 2 Zoll starker Lehmschlag und auf diesem befinden sich die 2½ Zoll starken Backofensteine. In der Seitenwand des Mundloches befindet sich die Oeffnung eines aus dem Heizraum aufsteigenden Zuges, um die Erkaltung des Ofens beim Ein- und Umsetzen der Brode zu verhindern. Ein kleiner Ofen nach diesem Systeme von 75 Quadratfuß Backfläche kostet 400 Thaler herzustellen.

24) Der eiserne Backofen des Schlossermeisters Franz Schörg in München (Mittheilungen des Gewerbevereins zu Hannover, 1845, S. 327, und bayerisches Kunst- und Gewerbeblatt 1849, Seite 483) ist in seiner Konstruktion dem Ofen in der Militärbäckerei in Hannover durchaus ähnlich; durch Aschenfüllung zwischen den Wänden und dem Mantel ist die Ausstrahlung der Hitze wesentlich vermindert; er heizt sich schneller als der aus Thonsteinen hergestellte vorher beschriebene, es ist bei demselben aber größere Gefahr vorhanden, namentlich beim Backen großer Brode mit längerer Backzeit, daß die Oberrinde zu stark geschwärzt wird. Auch hält ein aus Thonsteinen mit entsprechend starken Wänden ausgeführter Ofen die Hitze länger zurück, als ein eiserner. Der Preis eines Schörg'schen Ofens von 100 Quadratfuß Backfläche wird zu 1000 Gulden, und von 50 Quadratfuß Backfläche zu 400 Gulden angegeben. Zur Beleuchtung des Backraumes ist ein geschlossenes Leuchtloch angebracht, und es wird diese Beleuchtung dadurch befördert, daß die Decke mit in Wasser gelöstem Wasserglase und Neuberger Kreide übertüncht ist. Schörg hat seinen Backofen auch für die Zwecke der Feldbäckereien entsprechend eingerichtet.

25) Der Dampfbackofen von Schmid und Wimmer in Wien (Bayerisches Kunst- und Gewerbeblatt 1849, Seite 482) scheint eine Verbesserung des Schörg'schen Backofens zu sein; die Heizung der Oefen erfolgt von der Seite, statt, wie bei Schörg, von unten, die Rauchzüge übertragen die Hitze auf den Backraum namentlich von oben, und es ist zur Seite ein Dampfkessel angebracht, von welchem aus nach dem Backraum Röhren geführt sind, um den Dampf in das Innere und über das Gebäck streichen zu lassen. Hierdurch soll das Gebäck theils so lange weich erhalten werden, bis es gehörig durch Wirkung der Hefen aufgetrieben ist und so das sonst gewöhnliche Befeuchten des einzusetzenden Teiges ersetzt werden; theils soll ein später zuzuführender Dampfstrom die Bildung einer glänzenden Kruste

begünstigen. Bei angestellten Versuchen (Zeitschrift des Niederösterreichischen Gewerbvereins 1849 Nr. 2) war trotz der Regulirung der Hitze durch die Züge immer noch ein Umsetzen der Brode, wie bei den gewöhnlichen ungleich erhitzten Backöfen erforderlich.

26) Der Backofen von Carville für Steinkohlenfeuerung (Bulletin d'Encouragement 1854 p. 43) ist auf Tafel 41 in Fig. 10 bis 12 in $^1/_{50}$ der natürlichen Größe dargestellt. Fig. 10 ist ein Vertikaldurchschnitt durch die Mitte des Ofens, Fig. 11 und 12 zwei horizontale Darstellungen der oberen Züge, und zwar bei Fig. 11 der unmittelbar über der Decke des Backraumes liegenden und bei Fig. 12 der über diesen befindlichen.

a das Mauerwerk des Ofens, außen mit starkem Eisenblech bekleidet, bildet mit dem Gewölbe b b einen hohlen Raum, in welchem sich der muffelförmige Backraum befindet. Dieser letztere besteht aus der Sohle c, der kreisförmigen Mauer d und dem Gewölbe e. Die Backsohle ist aus starken Platten von gebranntem Thon hergestellt, welche eine Sandschicht von einer Unterlage aus feuerfesten Steinen trennt; die letzteren ruhen durch 4 starke Mittelsäulen f, 18 etwas schwächere in einem Kreis stehende g, und 32 in einem größeren Kreis stehende h getragen, auf dem den Feuerraum unterhalb begrenzenden Mauerwerke a. Die ringförmige Seitenwand d des Backraumes enthält vorn die Eintragthür i, und ist mit einem durch hohle Ziegel gebildeten Kanale k versehen, welcher eine größtentheils ruhende Luftmasse enthält. Sie trägt das Deckgewölbe e. Ueber demselben befinden sich 8 radial stehende Scheidewände l Fig. 11, zwischen denen die Verbrennungsprodukte nach der mittleren Oeffnung m zuziehen, nachdem sie sich aus dem mit dem Roste n versehenen Feuerraume allseitig radial zwischen den feuerfesten Säulen f, g und h hindurch nach dem Umfange verbreitet haben und von hier durch die an der äußeren Seite von d angebrachten Züge o vertikal in die Höhe gestiegen sind. Ueber dem Gewölbe b liegt ein drittes Gewölbe p in einem solchen Abstande, daß zwischen b und p die Verbrennungsprodukte, welche durch m eintreten, in dem spiralförmigen, durch q gebildeten Zuge nach der Esse r sich bewegen können. Der Eintritt des Rauches aus den radialen Zügen über dem Gewölbe e nach der Oeffnung m kann durch die Stellklappen s, welche mit den oberhalb sichtbaren Handgriffen t sich stellen lassen, so regulirt werden, daß beliebige Theile

des Backofens mehr oder weniger erhitzt werden. Aus der Esse r tritt der Rauch in den großen mehreren Oefen gemeinschaftlichen Schornstein u, welcher mit einem Schieber v versehen werden kann, und in welchem auch, um nach Erfordern einen intensiveren Zug hervorzubringen, sogleich das Feuer von dem unter der Backsohle liegenden Feuerraume aus durch den Kanal w hineingeleitet werden kann (vgl. Fig. 11). Bei x befindet sich ein mit Asbest umgebenes Quecksilberthermometer in einem eisernen Rohre, das mit einem Thonrohre umgeben ist. y ist ein Wassergefäß. z ist eine von 2 Röhren, welche der Eintragthür ziemlich gegenüber stehen und aus dem Backraume nach außen führen; sie sind zur Temperaturregulirung und Dampfabführung bestimmt und mit Hähnen versehen. Aus dem Kanale k führen an 4 gleichmäßig vertheilten Stellen ebenfalls Röhren ab, welche bei k' austreten und ebenfalls mit Hähnen zur Regulirung der Temperatur versehen sind. Das mit Hahn versehene Rohr y' dient zum Ablassen des Wassers aus y. Ein Backofen der beschriebenen Art kostet bei 3,8ᵐ Durchmesser des Backraumes 2700 bis 3000 Franken Anlagekosten. Nach den Erfahrungen in Servas und Nimes, wo außerordentlich wenig Reparaturkosten erforderlich waren, wird der größere Kostenaufwand durch die Ersparniß an Brennmaterial in höchstens 1½ Jahren gedeckt.

Ein von Carville angegebener beweglicher Backofen, auf dem Prinzipe der Muffel beruhend und für Feldbäckereien bestimmt, ist in der deutschen Gewerbezeitung 1854, S. 161 beschrieben.

27) Der Backofen des Admirals Coffin mit mechanisch fortrückender Backsohle (Rollet p. 438) hat einen Backraum von 6ᵐ Länge, 1,33ᵐ Breite und vorn 0,32ᵐ, hinten 0,2ᵐ Höhe. Auf der gemauerten Sohle sind kleine Rollen angebracht, über welche ein Metalltuch ausgespannt ist, das vor und hinter dem Backofen über große Walzen geht und unterhalb des Backraumes durch ein Gewölbe sich ausbreitet, daher endlos ist und durch eine der Walzen langsam vorwärts bewegt wird. Auf der einen Seite des Backraums liegt eine Feuerung welche mit den unter der Backsohle befindlichen Zügen, und auf der anderen Seite liegt eine zweite Feuerung, welche mit dem über dem Backraume, der mit Eisenplatten abgedeckt ist, befindlichen Zügen in Verbindung steht. Der Ofen selbst ist namentlich für Schiffszwieback bestimmt, und kam zur Zeit seiner Erfindung, 1810, wesentlich deshalb

nicht in Aufnahme, weil es schwer hielt, die für eine so schnelle Backung erforderlichen Zwiebackmassen vorzubereiten.

28) Der mechanische Backofen von Slater in Carlisle (Polyt. Centralbl. 1854 p. 39) beruht auf dem von Coffin zuerst angewendeten Prinzipe. Die endlose Kette, auf welche das Gebäck gebracht wird, geht durch eine 7^m lange aus Thonmasse gefertigte Muffel hin und zurück. In den auf beiden Enden angebrachten gußeisernen Thüren sind Oeffnungen für die endlose Kette angebracht. Die Muffel wird allseitig von dem Feuer und den Rauchzügen umspielt und ist ebenfalls oberhalb mit einer an dem einen Ende befestigten Kupferstange versehen, deren Ausdehnung gegen die der Muffel am anderen Ende mit einer Skale abgenommen werden kann, um dadurch die Temperaturangaben zu erhalten.

29) Sochet's mechanischer Schiffsbackofen (Rollet p. 476) besteht aus einem horizontal liegenden gußeisernen Zylinder, der auf der einen Seite halbkugelförmig geschlossen und drehbar in dem die Feuerung enthaltenden kastenförmigen Raume angebracht ist; in der Mitte des Zylinders befindet sich horizontal und festliegend die Backsohle; der Zylinder, der vorzugsweise durch die unten angebrachte Feuerung seine Hitze erhält, wird durch eine Kurbel gedreht, um eine gleichmäßige Vertheilung dieser Hitze zu bewirken.

30) Bei dem mechanischen Schiffsbackofen von Pironneau (Rollet p. 477) ist ein von dem Feuer umströmter festliegender Blechzylinder angebracht, durch welchen eine drehbare Welle hindurchgeht, die im Innern an jedem Ende ein Armkreuz führt. An den Enden dieser Arme befinden sich Zapfen und von diesen herab hängen 4 Platten so, daß sie sich beim Drehen der Welle im Kreise bewegen, aber stets ihre horizontale Lage behalten; diese Platten sind zur Aufnahme des Gebäckes bestimmt.

31) Der Ofen von Rolland mit mechanisch gedrehter runder Backsohle (Bulletin d'Encouragement 1852 p. 750) ist in Fig. 21—27 Tafel 42, abgebildet, von denen Fig. 21—24 im vierzigsten Theile der natürlichen Größe ausgeführt sind. Fig. 21 ist ein Vertikaldurchschnitt und Fig. 22 ein Horizontaldurchschnitt; ersterer nach der Linie M N in Fig. 22 und letzterer nach der Linie A B in Fig. 21 durch den Feuerraum gelegt. Fig. 23 ist ein Theil eines Horizontaldurchschnittes nach der Linie C D in Fig. 21 durch den Backraum; Fig. 24

ein Theil eines Horizontaldurchschnittes nach der Linie EF in Fig. 21 durch die Rauchkammer über dem Backraum gelegt.

a ist der Rost, b ein unter demselben befindlicher Behälter zur Aufnahme der bei der Verbrennung verbleibenden Holzkohlen, wenn mit Holz geheizt wird. Flamme und Rauch gehen aus dem Heizraum durch vier strahlenförmig unter der beweglichen Backsohle hingeführte Röhren c nach den in der Umfassungswand angebrachten Zügen d. Diese Züge spalten sich durch eine auf c aufgesetzte Zunge oberhalb gabelförmig, wie dies der Durchschnitt in Fig. 25 deutlich macht, und führen nach der über dem Backraum befindlichen Rauchkammer. Zwei dieser Züge sind in den Durchschnitten Fig. 23 und 24 im Mauerwerke sichtbar. Aus dieser Rauchkammer entweichen die Verbrennungsprodukte durch den mit dem Schieber g versehenen Schornstein f. Bei h sind an den Punkten, wo die Züge nach außen treten, und für die Rauchkammer Vorsetzstücke angebracht, welche bei der Reinigung herausgenommen werden können. Bei i befindet sich ein Wassergefäß, welches von der Rauchkammer aus erwärmt wird, und bei k ein mit schlechten Wärmeleitern ausgeschütteter Raum. Der Horizontaldurchschnitt in Fig. 26 nach der Linie GH in Fig. 21, und der Vertikaldurchschnitt Fig. 27 nach der Linie IK in Fig. 26, zeigt außer den zuletzt erwähnten Theilen noch einen direkt von dem Feuerraum in die Höhe geführten Zug l, der mit der Klappe m versehen ist und in den Schornstein f mündet, um nach Erfordern die Feuerung direkt in den Schornstein leiten zu können, wenn g geschlossen und m geöffnet wird. Die Rauchkammer e wird durch zwei aus Eisenblech und Gußeisenplatten gebildete Boden hergestellt.

Der allseitig umschlossene Backraum n hat bei o die Eintragthür (Fig. 23) neben welcher sich bei p ein Raum für die Beleuchtung desselben und bei q ein Thermometer zur Beobachtung der Temperatur befindet; r ist die aus einem Eisenblechgestell bestehende und mit Thonplatten belegte kreisförmige Backsohle, welche auf der Welle s ruht; an letzterer ist die Büchse t angebracht, gegen welche sich die eisernen Arme u stützen, welche die Backsohle tragen. Die Welle s geht bei v in einem Halslager und ruht bei w auf einem Zapfen; x, y bildet das an das Mauerwerk angehängte Lagergestell; z ist ein mit s verbundenes konisches Rad, in welches das an der Welle b befindliche Getriebe a′ eingreift. Bei c′ befindet sich an der Welle b

ein Kettenrad, welches von einem Motor aus Bewegung erhält und eine langsame Kreisbewegung auf die Backsohle überträgt. Bei d′ ist in der Mauer eine leicht zugesetzte Oeffnung, welche den Zugang bei nothwendigen Reparaturen gewährt.

Es liegt auf der Hand, daß durch eine stete Bewegung der Backsohle das Gebäck allmälig nach verschiedenen Stellen des Ofens kommt, und dadurch die gleichmäßigste Einwirkung der Wärme auf dasselbe hervorgebracht werden kann; sowie daß, wenn außerdem noch durch den Arbeiter die Drehung der Backsohle mit beliebiger Geschwindigkeit erfolgen kann, eine wesentliche Erleichterung beim Eintragen und beim Wiederherausnehmen hervorgebracht wird; ferner daß die zu einem Ofen von 4^{m} Durchmesser erforderlichen Hülfswerkzeuge hier nur Stiele zu haben brauchen, mit denen man bis zu dem 2^{m} von der Thür entfernten Mittelpunkte gelangen kann.

Bei den in dieser Abtheilung beschriebenen Backöfen ist noch zu erwähnen, daß man einzelne derselben von einer bereits zu anderen Zwecken benutzten Feuerungsquelle aus erhitzt hat, z. B. durch die von Dampfkesseln abziehenden Verbrennungsprodukte, oder auch die von Kokesöfen ausströmenden Gase.

D. Backöfen mit Zuführung erhitzter Luft nach dem Backraume (fours aérothermes).

32) Der Ofen von Aribert, auf welchen derselbe 1832 in Frankreich ein Patent erhielt (Rollet p. 440), enthält unter der Sohle des Backraumes einen von einem Mantel umschlossenen Luftheizungsofen, dessen Rauchzüge zur direkten Erwärmung der Sohle beitragen. In der Mitte der Sohle erhebt sich in dem Backraume ein Rohr, welches die Fortsetzung des Mantels von dem Luftheizungsrohre bildet, und aus welchem die heiße Luft ausströmt und sich in dem Backraume verbreitet. Von hier tritt diese Luft durch eine Leitung nach dem Luftheizungsofen zurück, um sich von neuem zu erwärmen.

33) Bei dem Backofen von Jametet und Lemare, der sich in der Bäckerei von Mouchot frères zu Montrouge bewährt hat (Rollet p. 442), liegen unter der Backsohle Züge in drei Etagen über einander. Der Backraum hat im allgemeinen die Form eines hinten abgerundeten Vierecks, dessen vordere Ecken verbrochen sind, und welches 4,3^{m} Tiefe bei 3^{m} Breite hat. Ueber dem Backraum

befindet sich zur Zurückhaltung der Wärme, und da oberhalb keine Züge liegen, ein starkes Mauerwerk. Unter der Sohle liegt der für Anwendung von Kokes bestimmte Heizraum, und es zirkuliren zur Seite desselben rechts und links in der zweiten Etage Flamme und Rauch und vereinigen sich in dem in der Mitte hinten liegenden Schornsteine. Neben dem Heizraume und unter diesen Zügen sind in der ersten Etage gewölbte mit einander in Verbindung stehende Räume angebracht, welche nur vorn 2 Oeffnungen für den Zutritt frischer Luft haben. Aus diesen gelangt die bereits erwärmte Luft in die dritte zwischen den Feuerzügen und der Backsohle liegende Etage, in welcher sie durch eine große Anzahl unterbrochener Zungen veranlaßt wird vielfach mit dem Mauerwerk in Berührung zu treten, und aus welcher sie in den Backraum überströmt. Von letzterem aus findet zur Herstellung einer steten Zirkulation eine Verbindung mit der unteren Etage statt.

34) Bei einer Verbesserung dieser Konstruktion von Mouchot und Grouvelle ist ein größerer Effekt dadurch erzielt worden, daß der abziehende Rauch noch durch Züge über der Decke des Backraumes hindurch geführt ist (Rollet p. 447); als Wärmeerzeugungsquelle dient ein Kokesofen.

35) Der verbesserte Ofen von Aribert mit kontinuirlichem Betriebe (Rollet p. 454) ist zur Karakterisirung der Oefen vorliegender Klasse in Fig. 19 und 20 (Taf. 42) in Längen- und Querdurchschnitt im 100. Theile der natürlichen Größe dargestellt. Die über dem Roste a sich bildenden Verbrennungsprodukte durchströmen den Ofenmantel b, die drei neben einander liegenden gußeisernen Röhren c, den Rauchkanal d, die beiden unter der Backofensohle liegenden gußeisernen Röhren e; treten dann in die um das Wassergefäß g angebrachten Rauchzüge f und von diesen in den Schornstein. Bei h ist eine Vertiefung in der Mauerung des Backofens angebracht, um zu der Heizthür i und Aschenfallthür k zu gelangen. Der Backraum l hat auf der einen Seite die Eintragthür m, auf der andern Seite die Austragthür n, beide von Eisenblech und zum Aufwärtsschieben eingerichtet. Durch diesen Heizraum geht, auf die Länge von 8,66^{m} sich um 0,02^{m} senkend, eine Eisenbahn o, auf welcher sich blecherne zur Seite mit Rollen versehene Gestelle p bewegen, die zur Aufnahme des zu backenden Brodes bestimmt sind. Ist der Ofen im Gange, so

wird in Zwischenräumen von 5 zu 6 Minuten ein solches Gestell bei m eingeschoben und gleichzeitig eines bei n herausgenommen, so daß demnach das Backen in 35 bis 42 Minuten beendet ist. Die erforderliche Hitze wird dadurch erzielt, daß die über dem Ofenmantel b befindliche heiße Luft durch die Züge r r und die Oeffnungen ss, welche mit Schiebern zu stellen sind, bei der Eintragthür in den Backraum oben einströmt, den Backraum von m nach n zu durchströmt, und wenn sie sich bei n abgekühlt hat, durch die Oeffnungen t aus dem Backraume nach den Seitenzügen u tritt und aus diesen in den die Röhren cc umgebenden Raum v und w gelangt, um endlich durch q über b wieder bei s nach abermaliger Erhitzung einzutreten, und so regelmäßig zu zirkuliren. Bei x befinden sich Vorsetzer zum Reinigen der Züge, und bei y sind hohle Räume im Mauerwerke, welche mit Kohlenstaub gefüllt sind. Bei einer Reihe von Versuchen, welche mit diesem Ofen so angestellt wurden, daß anfänglich mit einem Aufwande von 300^k Steinkohle mehrere Tage hintereinander in 24 Stunden 1000^k Brod gebacken, und zuletzt mit entsprechender Beschleunigung des Prozesses in 24 Stunden mit 620^k Steinkohlen 9680^k Brod gebacken wurden, ließ sich ermitteln, daß zu der Verwandlung in Brod 36—40^k Steinkohlen für 1000^k Brod erforderlich waren, dagegen 264^k in 24 Stunden dazu aufgewendet werden mußten, um den Backofen in der erforderlichen Temperatur zu erhalten und die stetig Statt findenden Wärmeverluste zu ersetzen. Der größte Vortheil der Aribert-schen Oefen der vorliegenden Form entsteht dadurch, daß zwei Oefen neben einander gebaut werden, von denen die Eintragthür des einen neben der Austragthür des anderen liegt, damit der Transport der Blechgestelle, auf welche des Brod gelegt wird, nur auf eine Distanz, gleich der Breite des Ofens erforderlich ist. Eine kreisförmige Anordnung des hier geschilderten Prinzipes ist in Rollet p. 460 geschildert.

36) Der Ofen von Troccaz in Dijon (Bullet. d'Encourag. 1851 p. 326) enthält einen runden aus Eisenblech bestehenden, mit einer thönernen Backsohle versehenen Backraum; derselbe ist flach überwölbt; ein Luftrohr führt die von außen zuströmende Luft in der Mitte unter die Backsohle, wo sie unter derselben und von dem Feuer durch die untere Blechwandung des Backraumes begrenzt in radialer Richtung vorwärts strömt, und ringsum in den oberen Theil des Backraumes tritt.

37) Bei dem Backofen von A. Silbermann in Breslau (Polyt. Journal, Bd. 140 p. 269) liegen zwei Backräume über einander, unter dem unteren liegen zwei Zugetagen, zwischen diesem und dem oberen eine dritte, und über dem oberen eine vierte Zugetage. In jeder Zugetage befinden sich nach der Länge des Ofens sich erstreckende, neben einander liegende Züge. Das Feuer geht in der unteren Zugetage in einem Mittelkanal nach hinten, theilt sich hier und durchströmt auf jeder Seite drei Züge; vorn zu beiden Seiten korrespondiren die Züge mit aufwärts geführten Kanälen; durch diese gelangt der Rauch in die dritte Zugetage, strömt hier auf beiden Seiten nach hinten, dann nach vorn und in einem gemeinschaftlichen Mittelkanale wieder nach hinten, erhebt sich in die vierte Zugetage und durchströmt diese ebenfalls in Längenzügen. In die zweite Zugetage tritt frische Luft ein und durchströmt diese ähnlich wie der Rauch die darunter liegende, tritt dann in den unteren Backraum, aus diesem durch vertikale Züge in die dritte Zugetage, welche sie zwischen den Rauchzügen durchströmt und sich dann in den oberen Backraum begibt. Nach dem Ausströmen aus diesem geht sie noch durch Züge in der vierten Etage, und von da entweder in den Schornstein oder nach einem weiter zu erwärmenden Raume.

38) Einen Ofen mit mechanisch fortrückender Backsohle, ähnlich dem von Coffin angegebenen, hat Grouvelle für Zwiebackbäckerei konstruirt, (Rollet p. 451). Das endlose Metalltuch Coffins ist hier durch zwei endlose, durch den Backraum gehende Ketten ersetzt, auf welche die das Gebäck aufnehmenden Einsatzbleche gebracht und durch dieselben so vorwärts bewegt werden, daß ein jedes etwa 35 Minuten im Ofen verweilt. In der unteren Zugetage des Ofens zirkuliren die Verbrennungsprodukte zweier Feuerungen, in der nächst höher liegenden die von außen auf der einen Seite eintretende Luft, welche an der anderen Seite in den Backraum tritt, denselben durchströmt, und oberhalb längs der über dem Gewölbe angebrachten Züge sich entfernt.

E. Oefen mit überhitztem Wasserdampfe.

Die Anwendung überhitzten Wasserdampfes zum Brodbacken ist von Violette und von Mac-Cormas vorgeschlagen und angegeben worden, daß Wasserdämpfe von 250° C. hierbei ein ausgebackenes und vortreffliches Brod liefern sollen. Die verhältnißmäßig größere Schwierigkeit,

Dämpfe von einer so hohen Temperatur zu erzeugen, die in der That erforderlich sein werden, da die zweckmäßigste Temperatur im Backraum zwischen 200 und 250° C. schwankt, hat eine weitere Anwendung dieses Prinzips zur Zeit verhindert. —

Unter den bei der Bäckerei vortheilhaft zu benutzenden Nebenapparaten, die in neuerer Zeit angegeben worden sind, ist der Dampfapparat von Loriot in Paris anzuführen, welcher den bei der Dampfbäckerei von Schmid und Wimmer (vgl. Nr. 25) durch Anbringung eines besonderen Dampfkessels erreichten Zweck in einfacherer Art erzielt. Es ist dies der in Fig. 13 bis 15 auf Taf. 41 abgebildete kleine kupferne Behälter, der ungefähr die Form eines Brodes hat, bei a mit 2 Henkeln versehen ist, und durch die gewöhnlichen Geräthe, wenn er mit warmem Wasser gefüllt ist, in den Backofen eingesetzt wird, wie ein Brod. Oberhalb befinden sich auf demselben drei schlangenförmig gewundene Röhren, durch welche der in Folge der Backofenhitze entwickelte Dampf ausströmt. Die vierte Oeffnung c ist mit einem Schraubenstöpsel versehen.

Der absolute Effekt eines Backofens wird durch dessen Größe und den Umstand bestimmt, ob ununterbrochen oder nur absatzweise gebacken werden kann; der relative Effekt hängt von der Menge des Brennmateriales ab, welches zur Erzeugung einer bestimmten Menge, etwa von 100 Pfund, Brod in demselben erforderlich ist. Ein Theil dieses Brennmateriales wird nun zur Erzielung der nützlichen Wirkung, d. h. zur Erwärmung des Teiges bis über den Siedepunkt und zur Verdampfung der Wassermenge verwendet, um welche der Teig während des Backens eine Gewichtsverminderung erfährt. Die nützlich verwendete Wärme, nach Wärmemengen oder Wärmeeinheiten abgeschätzt, wird von Rollet für 100 Pfund erzeugtes Brod angegeben zu

15927	Einheiten	wenn	130	Pfd.	Brod
16097	„	„	140	„	„
16244	„	„	150	„	„

aus 100 Pfd. Mehl erlangt werden. Diese Wärmeeinheiten werden erzielt durch Verbrennung von 6,25 bis 6,37 Pfund Holz oder 2,12 bis 2,17 Pfund Steinkohlen.

Was daher mehr als dieser Betrag für Erzeugung von 100 Pfd. Brod in einem Backofen verwendet wird (bei Feuerung mit Holz sind natürlich die nicht verbrannten Kohlen von dem ursprünglich eingesetzten

Holzquantum in Abzug zu bringen) dient zur Erzielung der nothwendigen Nebenwirkungen, nämlich zur Abführung der Verbrennungsprodukte, zur Erwärmung des Backofens, der durch denselben strömenden Luft und zum Ersatz der regelmäßig fortgehenden Wärmeausstrahlung. Unter diesen Nebenwirkungen tritt namentlich die Erwärmung der ganzen Masse des Backofens dann in einem bedeutenden Betrage auf, wenn derselbe nur in weit auseinanderliegenden Zeiträumen geheizt wird und daher jedes Mal vollständig oder ziemlich vollständig verkühlt; und es ergibt sich bei einem stetig benutzten größeren Backofen, trotzdem, daß nach Befinden mehrere Tage erforderlich sind um den Ofen in backfähige Erwärmung zu bringen, dadurch ein ökonomisch sehr günstiges Ergebniß, daß sich dieser Anheizungsaufwand bei dem stetig fortgesetzten Betriebe auf eine sehr bedeutende Menge des Erzeugnisses vertheilt. Für einen gewöhnlichen Backofen älterer Einrichtung, in welchem jedes Mal 200 Pfund Brod gebacken werden, ergeben sich in dieser Beziehung etwa folgende Verhältnisse; es sind nämlich erforderlich:

bei dem	ersten	Satze	64	Pfund	Holz,
„ „	zweiten	„	24	„	„
„ „	dritten	„	16	„	„
„ „	vierten	„	15	„	„

und bei jedem folgenden ebenfalls der letzte Betrag; es sind daher bei nur einmaligem Backen pro 100 Pfund Brod 32 Pfund Holz erforderlich, bei vier Mal hinter einander folgenden Sätzen durchschnittlich 14,9 Pfund und bei zehn Mal hinter einander folgenden Einsätzen durchschnittlich 10,5 Pfund.

Unter den übrigen Nebenwirkungen der Wärme wird der Verlust durch Ausstrahlung namentlich dadurch vermindert, daß man die Wärmeverbreitung durch Anbringung verschiedener Schichten schlechter Wärmeleiter erschwert und äußerlich den Luftwechsel verhindert. In Bezug auf die durch in den Backraum tretende kalte Luft verloren gehende Wärme erscheinen die Konstruktionen als die vollkommensten, bei denen die möglich geringste Zeit zur Oeffnung der Thür erforderlich ist, die also einer Reinigung im Innern nicht bedürfen, bei denen ein Umsetzen der Brode nicht nothwendig ist und bei denen Einsetzen und Herausnehmen am schnellsten erfolgen kann, also namentlich die mit mechanisch bewegter Backsohle.

Vergleicht man die zur Erzielung der nützlichen Wirkung theoretisch erforderliche Brennmaterialmenge mit der in einem Backofen wirklich aufgewendeten, so erhält man in dem dadurch gebildeten echten Bruche den **Wirkungsgrad** des Brennmateriales in dem betreffenden Backofen. Dieser würde bei dem oben angeführten älteren Backofen ungefähr sein:

beim ersten Satze: $\frac{6,3}{32}$ oder 20 Prozent;

bei den 4 ersten Sätzen durchschnittlich: $\frac{6,3}{14,9}$ oder 42 Prozent;

bei den 10 ersten Sätzen durchschnittlich: $\frac{6,3}{10,5}$ oder 60 Prozent.

Im Nachfolgenden sind für mehrere der vorher beschriebenen Ofenkonstruktionen die zur Erzeugung von 100 Pfund Brod erforderlichen Brennmaterialmengen und für einige derselben, wo vollständig genügende Versuche angestellt wurden, die Wirkungsgrade zusammengestellt worden, wobei noch darauf hinzuweisen ist, daß die Angaben über Steinkohlenverbrauch nicht als vollkommen vergleichbar mit einander zu betrachten sind, da die Beschaffenheit der Steinkohlensorten so außerordentlich verschieden ist.

Nro. unter welcher der Ofen beschrieben wurde.	Bezeichnung der Ofenkonstruktion:	Für 100 Pfund Brod sind erforderlich an Pfunden Brennmaterials.				Der Wirkungsgrad beträgt in Prozenten.
		Holz.	Braunkohlen	Steinkohlen.	Kokes.	
	Aelterer Ofen ohne Rauchzug .	28—34	—	—	—	—
	nach Rollet	25,3	—	—	—	20
	mit Rauchzug	22,1	—	—	—	25
1 b.	in Lorient	28,3	—	—	—	18
1 d.	in Rochefort	23,1	—	—	—	22
2	von Dubroc	24	—	—	—	—
3	von Lespinasse nach Rollet .	12,4	—	—	—	51
	nach Armengaud	17	—	—	—	—
5	von Ferrand nach Rollet . .	15	—	—	—	42
	nach Armengaud	16,6	—	—	—	—
13 c.	in Greenwich	—	6,3	—	—	33
14	von Casterman	—	$6^1/_3$—10	—	—	—
20	von Mück	16,15	—	—	—	—

Nro. unter welcher der Ofen beschrieben wurde.	Bezeichnung der Ofenkonstruktion:	Für 100 Pfund Brod sind erforderlich an Pfunden Brennmaterials.				Der Wirkungsgrad beträgt in Prozenten.
		Holz	Braunkohlen.	Steinkohlen.	Kokes.	
21	von Clara	—	5,6	—	—	38
22	von Serre	—	9—13	—	—	—
23	in Hannover	—	4,5	—	—	—
24	von Schörg bei dem 4ten Einsatze	7	—	—	—	—
25	von Schmid und Wimmer	—	7,7—8,5	—	—	—
	oder	—	—	8,5	—	—
26	von Carville	—	8	—	—	—
31	Rolland	—	8	—	—	—
32	von Aribert	—	5	—	—	43
33	von Jametet und Lemare	—	—	—	10,9	24
34	von Mouchot und Grouvelle	—	—	—	13,5	20
35	von Aribert	—	4,2	—	—	51

Was nun die wirkliche Ausführung des Brodbackens anbelangt, so erfolgt dieselbe theils durch das sogenannte Hausbacken, theils durch das Bäckereigewerbe, theils endlich durch Brodfabriken.

Bei dem Hausbacken, was theils auf dem Lande, theils in kleineren Städten noch vielfach in Ausführung sich befindet, erzeugt eine Familie das für ihren Bedarf erforderliche Brod selbst in den durch die Konsumtion bedingten Zeitabständen; in der Zwischenzeit ruhen die hierzu erforderlichen Hülfsmittel und es ist daher an eine fabrikökonomische Ausnutzung derselben nicht zu denken. Wenn fast alle übrigen dadurch entstehenden Verhältnisse lediglich nur auf die ihren Bedarf so erzeugende Familie zu beziehen sind, hat namentlich der Umstand, daß das Backen in dem eigenen Backofen, der nach jedesmaligem Gebrauche fast vollständig wieder auskühlt, nur durch einen unverhältnißmäßig großen Brennmaterialaufwand ermöglicht werden kann, eine wichtige national-ökonomische Seite, welche seit längerer Zeit schon die Aufmerksamkeit auf sich gezogen und die Empfehlung der Einrichtung von Gemeindebacköfen zur Folge gehabt hat. Nach dem, was vorher über den Unterschied des Brennmaterialaufwandes bei einmaliger und mehrmaliger hintereinanderfolgender Benutzung eines Backofens gesagt worden ist, braucht hier der Nutzen

eines solchen Gemeindebackofens, welchen die einzelnen Familien einer Gemeinde nach einander benutzen, nicht erst ausführlich begründet zu werden; es genügt Folgendes anzuführen: Im Königreich Sachsen wird nach einer ungefähren Schätzung noch für etwa 800,000 Bewohner die bedeutende Quantität von 2,400,000 sächsischen Scheffeln Getreide in Privatbacköfen jährlich verbacken, hierzu ist ein Holzaufwand von jährlich 46,383 Klaftern (à 2475 Pfund Gewicht in lufttrocknem Zustande) erforderlich. Von diesem Betrage würden ²/₃, d. h. 30,922 Klafter jährlich bei durchgängiger Benutzung von Gemeindebacköfen erspart und der dazu erforderliche Waldboden von 62,000 sächsischen Ackern zu andern Kulturen verwendet werden können. Die Kosten dieses ersparten Holzes betragen 123,688 Thaler, wozu die Zinsen des auf 55,000 Privatbacköfen zu verwendenden Kapitales von 1³/₄ Millionen (à 30 Thaler) also 70,000 Thaler und an Unterhaltungskosten etwa 27,500 Thaler kommen, so daß eine Gesammtersparniß von 221,188 Reichsthaler entsteht. Von dieser ist abzuziehen 40,000 Thaler als Zinsenbetrag der die Privatbacköfen ersetzenden 5000 Gemeindebacköfen (à 200 Thaler Baukosten gerechnet) und 25,000 Thaler jährliche Unterhaltungskosten, so daß 146,188 Thaler als reine Gelderspamiß bei durchgängiger Anwendung von Gemeindebacköfen zu betrachten sein würden; außerdem wird ein besseres Brod erzeugt, da erfahrungsgemäß das Brod bei dem ersten Einsatze weniger gut erhalten wird, als bei späteren. Die landwirthsch. Zeitsch. f. d. Königreich Sachsen 1846 enthält S. 387 mehrere Pläne zu solchen Gemeindebacköfen.

Eine andere Modalität, die hier angedeuteten Vortheile durch Beseitigung der Privatbacköfen zu erreichen, ist von einzelnen größeren Bäckereigeschäften dadurch eingeschlagen worden, daß dieselben gegen eingeliefertes Getreide nach deshalb geordneten Bestimmungen bereits fertiges Brod und Kleien in Tausch geben, wobei das Getreide nach dem Gewichte übernommen wird. Spezielle Nachweise und Berechnungen über eine solche Brodumtauschanstalt enthält die oben angeführte Zeitschrift 1848 S. 43 u. 203.

Der gewerbmäßige Bäckereibetrieb ist in den mehrsten Fällen, namentlich bei den kleineren Geschäften, welche die Bereitung des Teiges mit der Hand bewirken und zum Theil noch unvollkommene Backöfen mit großem Holzverbrande benutzen, noch weit davon entfernt, die

fabriköconomischen Vortheile zu verwirklichen, welche Brodfabriken zu gewähren im Stande sind. Nach Lesobre werden bei einem Preise von 47 Franken für 100 Kilogramm Getreide aus dieser Quantität durch das Mühlen- und Bäckergewerbe erzeugt: 69^k Weißmehl, welche in 91,80^k Weißbrod verwandelt (à 58 Centimes pro Kilogramm) verkauft werden mit . . . . 53,24 Franken,

6^k Schwarzmehl, welche in 7,98^k Schwarzbrod verwandelt (à 50 Centimes) werth sind . . 3,99 „

19^k Kleie im Werthe von . . . . 1,90 „

6^k Abfall (hier nicht gerechnet)

Der Ertrag von 59,13 Franken.

gibt daher 12,13 Franken Umwandlungskosten für den Müller und Bäcker, d. h. 25,9 Prozent von dem Preise des Rohstoffes, während in der Zentralbäckerei der Wohlthätigkeitsanstalten in Paris bei 100^k Brod 4 Franken Kosten für die erwähnten Umwandlungsoperationen aufgewendet werden, also 8,5 Prozent vom Preise des Rohstoffes bei obiger Preis .ngabe.

Brodfabriken, welche entweder das Mehl kaufen, oder auch mit Mahlmühlen versehen direkt Getreide einkaufen, sind ursprünglich nur für einzelne Fälle größeren Bedarfs, z. B. in größeren Hafenstädten, für militärische Zwecke u. s. w. gegründet, in neuerer Zeit aber auch mit großem Erfolg namentlich von Frankreich aus für den Bedarf größerer Städte und Ortschaften empfohlen und eingerichtet worden. Bezüglich derselben ist zu erwähnen, daß eine Knetmaschine bei Krüger in Danzig mit 3 Pferdekraft betrieben wöchentlich 12—1400 Zentner Teig liefert (eine Leistung von 48 kräftigen Arbeitern beim Kneten mit der Hand), eine Knetmaschine von Boland oder Rolland 4—6 Zentner Teig in höchstens zusammen 20 Minuten mit einem Kraftaufwand von höchstens 2 Pferdekraft fertig macht, und daß, was die absolute Leistung der Backöfen anbelangt, ein Ofen nach der Einrichtung in der hannoverschen Militärbäckerei täglich bei viermaligem Einsatze 9000 Pfund, der Ofen von Lespinasse bei 15 Einsätzen 2580 Pfund, der Carville'sche Ofen täglich 5000 Pfund, der Ofen von Clara bei 15 Einsätzen in 24 Stunden 9000—11000 Pfund und der Aribert'sche Ofen (vergl. Nr. 35) sogar bis zu 19,000 Pfund Brod in 24 Stunden zu liefern vermag.

Dr. J. Hülße.

Bronze.

(Bd. III. S. 155.)

Die unter dem Namen Bronze vorkommenden Metallmischungen, in welchen jedenfalls Kupfer den Hauptbestandtheil bildet, sind entweder wesentlich bloß aus Kupfer und Zinn zusammengesetzt und enthalten nur gelegentlich geringe Antheile anderer Metalle (Blei, Eisen ꝛc.) als zufällige Verunreinigungen in Folge der Anwendung unreinen Kupfers oder Zinns; oder sie bestehen aus Kupfer, Zinn und Zink, in welchem Falle nicht allein die gedachten Verunreinigungen ebenfalls vorhanden sein können, sondern auch öfters eine kleine Menge Blei absichtlich beigefügt wird.

A. Bronze aus Kupfer und Zinn. Das Kupfer wird durch Zinnzusatz härter, klingender, sehr politurfähig und schmelzbarer, verliert aber auch zugleich seine Dehnbarkeit ganz oder großentheils. Die Farbe ist weiß oder hell stahlgrau, die Härte und Sprödigkeit am größten, wenn mit 100 Theilen Kupfer 45 bis 54 Theile Zinn verbunden sind. Mit abnehmendem Zinngehalte bekommt die Legirung, welche ein feinkörniges oder fast vollkommen dichtes Bruchgefüge zeigt, stufenweise eine röthlichgraue, röthlichgelbe und röthliche Farbe, wird etwas geschmeidig und sehr fest, aber weniger hart. Sinkt der Zinngehalt unter 18 Theile — immer auf 100 Theile Kupfer verstanden — so ist das Gemisch bei beträchtlicher Festigkeit (Zähigkeit) wenig hämmerbar in gewöhnlicher Temperatur, dagegen gut zwischen Walzen streckbar in der Rothglühhitze. Mit 5 Theilen Zinn und weniger tritt die Geschmeidigkeit im kalten Zustande auffallender hervor, wiewohl das Metall unter dem Hammer oder den Walzen weit leichter Risse bekommt, als unvermischtes Kupfer.

Ueber das spezifische Gewicht mehrerer hierher gehöriger Legirungen gibt nachfolgende Zusammenstellung Auskunft:

100 Theile Kupfer mit	Spez. Gewicht	100 Theile Kupfer mit	Spez. Gewicht
100 Theilen Zinn	— 8,79	12 Theilen Zinn	— 8,80
$33^1/_3$ „ „	— 8,83	11 „ „	— 8,78
25 „ „	— 8,95	10 „ „	— 8,76
16 „ „	— 8,87	8 „ „	— 8,76

Werden Mischungen, welche auf 100 Theile Kupfer weniger als etwa 67 Theile Zinn enthalten, nach dem Schmelzen langsam abgekühlt,

so sind sie nach dem Erstarren keineswegs durchaus gleichartige Massen, sondern Gemenge aus einer schwerflüssigeren kupferreicheren, und einer leichtflüssigeren zinnreicheren Legirung, welche letztere sich oft sehr deutlich auf den Bruchflächen als zahlreiche weiße Pünktchen (manchmal bis zu 1 Linie Durchmesser) in der röthlichgelben Hauptmasse zeigt, ja zuweilen beim Gusse aus der Oeffnung der Form hervorgepreßt wird, wenn die schwerflüssige Legirung bei ihrem früher eintretenden Erstarren sich zusammenzieht. M. Meyer fand in einer solchen aus Kanonenmetall (welches etwa 10 Zinn auf 100 Kupfer enthält) abgeschiedenen Verbindung durchschnittlich 31 Zinn auf 100 Kupfer; nach Dussossoy enthält sie 23,5 bis 26,6 Zinn auf 100 Kupfer. — Ueber das Anlassen oder Weichmachen der Bronze ist im Hauptwerke (Bd. III. S. 158) gesprochen.

Bei der fabrikmäßig im Großen ausgeführten Bereitung des Gemisches von Kupfer und Zinn ist es nicht leicht, eine völlig gleichmäßige Verbindung der beiden Metalle zu erzielen. Nicht nur, daß beim Gusse aus dem Flammofen zu Massen von beträchtlichem Umfange (Thurmglocken, Kanonen) die Bronze den richtigen Hitzegrad haben soll, um zwar sicher und vollständig die Form zu füllen, dann aber schnell zu erstarren (damit jene eben erwähnte Sonderung verschiedener Legirungen vermieden wird); nicht nur ferner, daß man ein gehöriges Durchrühren des Metalls unmittelbar vor dem Laufenlassen in Acht nimmt: sondern auch die Art des Zusammenschmelzens selbst ist von Einfluß. Das meist übliche Verfahren, zuerst das Kupfer zu schmelzen, dann sämmtliches Zinn (vorläufig erwärmt) einzutragen und nach gehörigem Rühren den Guß zu bewerkstelligen, ist nicht empfehlenswerth. Weit besser werden fürs Erste dem eingeschmolzenen Kupfer nur etwa vier Fünftel der nöthigen Zinnmenge zugesetzt, worauf man dann von einer sehr zinnreichen Zinn-Kupferlegirung noch so viel hinzufügt, als zur Herstellung des bestimmten Mengenverhältnisses erfordert wird. Nach diesem Grundsatze wird z. B. in der Kanonengießerei zu Lüttich bei Bereitung des Geschützmetalls verfahren, indem man zu 100 Theilen schon flüssigen Kupfers nur 8 Theile Zinn einträgt, daneben aber eine Legirung aus 2 Theilen Kupfer und 1 Theile Zinn vorräthig hält, welche man schließlich statt unvermischten Zinns hinzugibt.

B. Bronze aus Kupfer, Zinn und Zink. Diese dreifache Legirung steht hinsichtlich ihrer Eigenschaften zwischen der bloß aus

Kupfer und Zinn bereiteten Bronze einerseits und dem nur aus Kupfer und Zink gebildeten Messing andererseits. Der Zinkzusatz führt die Farbe des Gemisches mehr oder weniger dem Messinggelb näher, und ist der Zinngehalt klein im Verhältniß zum vorhandenen Zink, so entsteht ein schöneres höheres Gelb, als das des gewöhnlichen Messings: ein wesentlicher Vortheil, wenn das Metall vergoldet oder goldfarbig gefirnißt werden soll. Das Zink erhöht die Schmelzbarkeit; vermöge des Zinngehaltes aber ist die Zusammensetzung dichter und besser geeignet, sich rein und scharf auszugießen, als Messing. Ein kleiner Zusatz von Blei ist in sofern vortheilhaft, als er zur Folge hat, daß das Metall beim Abdrehen auf der Drehbank und beim Ziseliren kurze (leicht zerbröckelnde) Späne gibt, welche sich nicht an das Werkzeug hängen.

C. Verzeichniß der Zusammensetzung verschiedener Bronzen zu allerlei technischen Anwendungen.

Art oder Bestimmung der Bronze.	Auf 100 Gewichttheile Kupfer.		
	Zinn.	Zink.	Blei.
1) Glocken-Bronze.			
Beste Mischung	25—28	—	—
Geringere	36,6	2,5	—
Englisches Glockengut	12,6	7,0	5,4
Zu Hausglocken	25	—	—
„ Thurmglocken	28	—	—
„ den größten Thurmglocken	31,25	—	—
„ Uhrglocken	33—37	—	—
2) Geschütz-Bronze (Kanonenmetall)	9—12	—	—
Beste Mischung	11	—	—
3) Spiegelmetall	46	—	—
4) Statuen-Bronze	12	25	—
Desgleichen	5	13,5	—
„	5	12,5	3,7
„	4,8	15,7	—
„	4,7	11,7	—
„	4,5	19	—
„	4,4	23,7	—
„	4	26,7	2,7
„	2,4	17	1,2
„	2,4	13,1	3,6
„	1,8	16,7	0,6

Art oder Bestimmung der Bronze.	Auf 100 Gewichttheile Kupfer.		
	Zinn.	Zink.	Blei.
5) Zu Gußgegenständen, welche vergoldet oder gefirnißt werden	5,5	31,5	—
Desgleichen	4,6	49	—
"	4,3	38,6	—
"	4	32	—
"	2,7	31,5	4
6) Zu Blech für vergoldete oder gefirnißte Waren	3,8	21	—
Desgleichen	3,7	22	1,8
"	2,6	23	2,6
7) Zu Maschinentheilen: Achsenlager an Lokomotiven und Zapfenlager bei Maschinen überhaupt; Lagerfutter für Lenkstangen; Excentrik-Ringe u. dgl. m.	22,5	2,5	—
	22	—	28
	19,5	2,5	—
	17	2,5	—
	16,3	—	—
	15	2,4	—
	12,8	12	9,4
	12,5	—	—
	10,5	9,1	—
	10,1	6,4	10,1
	4,5	6,7	—
Dampfkolben an Lokomotiven	3,5	10	5,5
	3	10	—
Blasrohrapparate an Lokomotiven, auch Zwischenringe um die Heizthüren der Feuerkasten	3	6	1,5
Spülpfropfen am kupfernen Feuerkasten der Lokomotiven	2	—	—
Wagenradbüchsen	19	—	—
	11	3	—
Schraubenmuttern mit groben Gewinden	13,2	2,8	—
Pumpenstiefel, Hähne u. dgl.	11,4	2,3	—
	5	30	—
Räder, in welche Zähne geschnitten werden	9,5	3,5	—
	9,5	—	—
Rakel (Abstreichmesser) für Walzendruckmaschinen	10	13	—
8) Zu Blech für den Beschlag der Seeschiffe (dauerhafteste Mischung)	4,7—5,8	—	—
9) Zu Münzen und Medaillen: Medaillen-Bronze	2—11	—	—

Art oder Bestimmung der Bronze.	Auf 100 Gewichttheile Kupfer.		
	Zinn.	Zink.	Blei.
Desgleichen	2,1	1	—
Französische Medaillen (95 K. 5 Zinn) . .	5,2	—	—
Scheidemünze in der Schweiz seit 1850, in Frankreich seit 1852 und in Schweden seit 1855 (95 K. 4 Zinn 1 Zink)	4,2	1	—
Desgleichen in Dänemark seit 1856 (90 K. 5 Zinn 5 Zink)	5,5	5,5	—
20) Allerlei.			
Gegossene Schaufeln (statt eiserner zu gebrauchen)	33,3	66,7	—
	12,5	—	—
Metallfeilen, zum Poliren, für Uhrmacher .	25	12,5	12,5
Mathematische Instrumente	15,7	6,3	—
Gewichtstücke, Reißzeuge, Wagebalken u. dgl. .	9,5	2,3	—
Bestandtheile, welche auf Eisen angegossen werden (z. B. Schwungkugeln, Nagelköpfe u. dgl.) und dauerhaft festsitzen müssen	7,6	19	—

K. Karmarsch.

Bronziren.

(Bd. III. S. 167.)

Zu diesem Artikel ist eine Auswahl neuerer praktischer Vorschriften nachzutragen, welche verschiedene Methoden der Metallbronzirung betreffen. Es ergibt sich schon aus dem Inhalte des Artikels im Hauptwerke, und wird aus dem jetzt Mitzutheilenden wieder hervorgehen, daß der Ausdruck „Bronziren" zum Theil solche Zurichtungen von Metalloberflächen mit umfaßt, durch welche nichts weniger als eine Aehnlichkeit mit Bronze erzeugt wird; um so füglicher können dem gegenwärtigen Supplemente einige Zubereitungen angeschlossen werden (wie das sogenannte Oxydiren des Silbers und das Braunmachen der Gewehrläufe), welche, obgleich ihrem wesentlichen Zwecke nach mit dem Bronziren nahe verwandt, doch nicht diesen Namen führen.

1) Hinsichtlich der Verkupferung, sowie der Ueberziehung mit Messing oder mit Bronze auf galvanischem Wege — Prozesse, welche in gewisser Hinsicht hierher zu ziehen sind — kann auf Bd. XIX des Hauptwerks, S. 586 und 589, verwiesen werden.

2) Gelbe oder rothe Bronzirung auf Gußeisen. Eisengüsse, welche die natürliche Rauhigkeit noch besitzen, mit der sie aus der Sand- oder Masseform hervorgegangen sind, nehmen einen haltbaren dünnen Metallüberzug von gelber oder rother Farbe an, wenn man sie mit einer naßgemachten Kratzbürste von Messing- oder Kupferdraht so lange kräftig reibt, bis der Zweck genügend erreicht und der Gegenstand zuletzt gänzlich trocken ist. Auf Medaillons und anderen Reliefs, durchbrochenen Ofenverzierungen u. dgl. wird hierdurch ein recht gefälliges Ansehen erzielt, und man kann nöthigenfalls die Bronzirung leicht wieder ausbessern oder erneuern. Die anzuwendenden Kratzbürsten werden wie die zu anderen Zwecken (Bd. VIII. S. 527 des Hauptwerks) hergestellt, nur nimmt man dazu viel stärkern Draht, nämlich solchen von der Dicke einer mittelfeinen Stricknadel, und legt ihn so zusammen, daß nach dem Aufschneiden nicht mehr als etwa 30 bis 50 Enden entstehen, damit man ohne Schwierigkeit in Vertiefungen oder Oeffnungen der Gußstücke eindringen kann.

3) Kupferrothe Bronzirung auf Medaillen von Zinn (auch Britanniametall oder Rose'schem Metall). Man überpinselt zuerst die Medaillen leicht mit einer Auflösung von 1 Theil Kupfervitriol und 1 Theil Eisenvitriol in 20 Theilen Wasser und trocknet sie wieder ab, wodurch sie eine schwärzliche Farbe bekommen. Dann überreibt man sie mittelst eines andern Pinsels mit Auflösung von Grünspan in seinem vierfachen Gewichte Essig. Nachdem sie trocken geworden sind, gibt man ihnen den Glanz durch Bürsten mit einer sehr weichen Bürste, wobei man anfangs geschlämmtes Blutsteinpulver, zuletzt die Bürste allein gebraucht. So lange man Blutstein anwendet, haucht man die Medaille zuweilen an, um das Pulver etwas anhaftend zu machen. Zum Schutz gegen die Luftfeuchtigkeit bedarf diese Bronzirung eines dünnen Anstrichs mit Goldfirniß.

4) Grauschwarze Bronzirung auf Kupfer. Man legt die Gegenstände kurze Zeit in eine schwache Schwefelleberauflösung, spült sie in reinem Wasser, reibt mit einer etwas steifen Bürste und trocknet sie mittelst eines leinenen Tuches. Wenn die Auflösung so verdünnt ist, daß sie nur blaß gelblich erscheint, sind gewöhnlich 10 bis 15 Minuten zu genügender Einwirkung hinreichend; bei etwas stärkerer kommt man in 3 bis 5 Minuten zum Ziele. Wenn stellenweise Fett oder leichter Schmutz auf dem Kupfer sitzt, entstehen Flecken in

der Bronzirung; um diese zu vermeiden ist es gut, nach ganz kurzem Verweilen in der Flüssigkeit das Stück herauszunehmen, abzuspülen, abzubürsten und sofort wieder einzulegen; auch scheint es dienlich, der Schwefelleberauflösung ein wenig Ammoniak beizumischen. Durch schließliches nasses Abbürsten mit Weinsteinpulver kann eine fleckig ausgefallene Bronzirung verbessert werden.

5) Bräunlichgraue Bronzirung auf Kupfer. Ein sehr inniges Gemenge von 8 Theilen verwittertem Glaubersalz, 6 Theilen feingepulvertem Schwefelantimon (Antimonium crudum) und 2 Theilen Holzkohlenpulver wird nach und nach in einen schon rothglühenden hessischen Schmelztiegel eingetragen, den man nachher mit einem Ziegelsteine bedeckt und in der Gluth erhält. Wann die Masse zu schäumen aufhört, gießt man dieselbe aus, überschüttet sie nach fast gänzlichem Erkalten in einer Porzellanschale mit Wasser, fügt 1 Theil Schwefelblumen hinzu, kocht anhaltend und filtrirt zuletzt. Die so gewonnene Flüssigkeit wird nöthigenfalls noch mit Wasser verdünnt, zum Gebrauch aber siedend gemacht, worauf man die kupfernen Gegenstände an einem Faden hängend wenige Augenblicke hineintaucht, unverzüglich in Wasser spült und abtrocknet. Wie bei allen ähnlichen Gelegenheiten kommt es auch hier darauf an, daß das zu bronzirende Kupfer eine sehr reine und glatte Oberfläche habe; man reibt es deshalb vorläufig mit feinem Sand und verdünnter Salzsäure ab, polirt es auch wohl.

6) Die rothbraune Bronzirung auf kupfernen Gefäßen, welche durch Erhitzen mit Eisenoxyd (im Hauptwerke S. 170) oder nach chinesischer Art mittelst eines Breies aus Grünspan, Zinnober, Salmiak und Alaun (daselbst S. 172) hervorgebracht wird, kann man auf noch anderen Wegen erzeugen.

a) Man reibt 1 Theil feine Hornraspelspäne, 4 Theile Grünspan und 4 Theile Braunroth (Kolkothar) mit etwas Essig zu einem zarten Brei, bestreicht hiermit das blankgeschabte und mit Bimsstein abgeschliffene Kupfer, hält es über ein Steinkohlenfeuer bis der Anstrich trocken und schwarz geworden ist, wäscht es wieder rein ab und trocknet es.

b) Man löset 1 Theil Salmiak und 1 Theil krystallisirten Grünspan zusammen in 360 Theilen Wasser auf, bestreicht damit das blanke, über einem rauchfreien Kohlenfeuer zu gleichförmigem Anlaufen erhitzte Kupfergefäß, trocknet es behutsam wieder ab, und wiederholt

dieses Verfahren sechs bis zehn Mal, wodurch eine gelbe Farbe (von gebildetem basischem Chlorkupfer) entsteht. Um diese in das verlangte Braun zu verwandeln, gibt man nach und nach fernere Anstriche (etwa zwanzig) mit derselben Flüssigkeit, jedoch ohne Wärme anzuwenden; legt dann das Kupfer in reines Wasser, trocknet es nach dem Herausnehmen sehr vorsichtig (ohne Reibung) ab und erhitzt es schließlich über einem schwachen Kohlenfeuer, wodurch die Bronzirung sich befestigt.

7) Braune Bronzirung auf kupfernen Medaillen und anderen kleinen Gegenständen von Kupfer. Man kocht die ganz blanken und reinen Stücke in einer konzentrirten Auflösung von chlorsaurem Kali, welcher man salpetersaures Ammoniak zugesetzt hat. Die entstehende Farbe ist angenehm gelblichbraun, kann aber durch nachheriges Erhitzen der gewaschenen und getrockneten Gegenstände beliebig dunkler und mehr rothbraun gemacht werden. Reiben mit einer Bürste hebt die Farbe bedeutend, allein matte Theile verlieren dabei ihr Matt.

8) Kalte trockene Bronzirung auf Kupfer und Messing. Besteht der Gegenstand aus Kupfer, so wird er vorläufig nur in verdünnter Salpetersäure blankgebeizt oder mit Bimssteinpulver abgeputzt; ist er von Messing, so gibt man ihm überdieß eine schwache Verkupferung durch Eintauchen in Kupfervitriolauflösung. Dann trägt man mittelst eines Pinsels gleichmäßig etwa 1 Linie dick einen steifen Brei auf, welcher aus 15 Theilen Blutstein und 8 bis 10 Theilen Graphit (beide in höchst feingepulvertem Zustande) mit Weingeist angemacht ist. Wird nach 24 bis 48 Stunden der getrocknete Anstrich abgebürstet, so bleiben feine Theilchen desselben an der Kupferfläche hängen und färben dieselbe mehr oder weniger dunkel braunroth, je nachdem der Graphitzusatz größer oder geringer gewesen ist. Weingeist ist zum Anmachen des Breies nur der schnellen Trocknung wegen vorgeschrieben; Wasser kann ebenfalls gebraucht werden. Wird der Anstrich vorsichtig in gelinder Wärme getrocknet, dann stärker erhitzt, so kommt man mit der Bronzirung kleiner Gegenstände in wenigen Minuten zum Ziele; verfährt man aber mit dem Trocknen zu rasch, so heben sich einzelne Stellen des Anstrichs und entstehen Flecken. — Graphit allein, auf die bezeichnete Weise angewendet, gibt ebenfalls eine rothbraune Bronzirung; Kienruß eine gelblichbraune.

9) Braune Bronzirung auf Messing. Man bereitet zwei Auflösungen: die eine von 1 Theil krystallisirtem Grünspan und 1 Theil

Salmiak in 256 Theilen Wasser, die andere von den genannten Quantitäten dieser beiden Salze in 600 Theilen Wasser. Das Messing wird 2 bis 3 Minuten lang mit der ersten Flüssigkeit bestrichen, wovon es grün wird. Dann hält man es über ein nicht zu starkes rauchfreies Kohlenfeuer, bis es mit Kupferfarbe anläuft, bestreicht es mit der zweiten (schwächern) Flüssigkeit, läßt es abdunsten und wiederholt Bestreichen und Erwärmen 10—25 Mal, wodurch die anfangs olivengrüne Farbe gänzlich in ein gleichmäßiges Braun übergeht. Zeigen sich Flecken während der Arbeit, so muß man sie mit feinem Ziegelmehl wegreiben, bevor in der Behandlung weiter fortgeschritten wird.

10) Schwarze Bronzirung auf Messing und Kupfer, anwendbar bei physikalischen Apparaten, Ausziehfernröhren u. dgl. Wismuth oder Silber, oder kupferhaltiges Silber, oder auch nur Kupfer löset man in so viel Salpetersäure, daß von letzterer ein Ueberschuß vorhanden ist. Diese verschiedenen Auflösungen werden auf gleiche Weise angewendet, vorher aber mit viel Regenwasser verdünnt. Man bestreicht damit das Metall und erhitzt dieses, bis es gänzlich trocken und schwarz geworden ist. Dann reibt man die noch warme Oberfläche mit einem trockenen Leder oder einer Bürste, oder mit wachsbestrichenem weichem Löschpapier und zuletzt mit einem wollenen Tuche. Die Bronzirung mittelst Wismuthauflösung fällt schwarzbraun, jene mittelst Silber- oder Kupferauflösung schwarz aus. Man kann auch starke (selbst rothe rauchende) Salpetersäure allein anwenden, da diese sofort Kupfer aus dem Arbeitsgegenstande selbst entnimmt, auf welchen sie aufgetragen wird. Will man die Farbe recht tief schwarz haben, so legt man nachträglich die Stücke etwa eine halbe Stunde lang über ein Gefäß, worin sich konzentrirte Schwefelleberauflösung (allenfalls mit ein klein wenig Salzsäure vermischt) befindet.

11) Braune Bronzirung auf Zink. a) Aus Zink gegossenen Vasen, Bildsäulen, Büsten ꝛc. kann man eine schwarzbraune Bronzirung durch Bestreichen mit Kupfervitriolauflösung ertheilen. Werden hernach die hervorragendsten Stellen anhaltend mit einem wollenen Lappen gerieben, so nehmen sie einen kupferrothen Glanz an, der die Aehnlichkeit mit wirklicher Bronze erhöht.

b) Die Auflösung des Grünspans in Essig erzeugt ebenfalls eine brauchbare Bronzirung von brauner Farbe.

c) Löset man Kupferchlorid (krystallisirtes salzsaures Kupferoxyd) in sehr viel Wasser, behandelt damit das Zink durch Einlegen oder Bestreichen, erwärmt, bürstet, spült in Wasser und trocknet ab; so entsteht eine braune, schwarzbraune oder braunschwarze Bronzirung je nach der Stärke der Kupferauflösung und dem Wärmegrade.

d) Eine Auflösung von Kupferchlorid in Ammoniak (Salmiakgeist) gibt, auf vorstehende Weise angewendet, eine kupferrothe; dagegen die wässerige Auflösung des Kupferchlorids mit Essig versetzt eine gelbbraune Farbe.

12) Oxydirtes Silber. Diesen sehr uneigentlichen Namen führen aus Silber gearbeitete oder versilberte Gegenstände, deren Oberfläche durch eine darauf gebildete zarte Schicht von Schwefelsilber eine graue Farbe ertheilt ist. Man legt die fertig gearbeiteten und polirten Stücke in eine sehr schwache Auflösung von Schwefelleber in Wasser, wozu etwas Salmiakgeist gemischt ist, oder in sehr verdünntes Schwefelammonium; spült sie nach dem Erscheinen des gewünschten Farbentons in reinem Wasser, trocknet sie und vollendet sie durch Glanzschleifen (Poliren mittelst Tripel und Polirroth), sofern dies den Umständen nach erfordert wird. Das Häutchen von Schwefelsilber ist stark genug, um bei gehöriger Vorsicht diese Behandlung auszuhalten.

13) Grüne Patina (oder Antikbronze) auf Zink. Werden Zinkgüsse zuerst nach einer der unter 11 angegebenen Arten bronzirt, dann mit einer sehr verdünnten Auflösung des Kupferchlorids in Wasser bestrichen und dem freiwilligen Trocknen an der Luft überlassen, so bekommen sie nach und nach das grüne Ansehen der antiken Bronzen.

14) Grüne Patina auf Bronzegußsachen. Zu den auf S. 172—173 des Hauptwerks angegebenen Verfahrungsarten, den grünen Kupferrost (grüne Patine) auf Bronzegüssen schnell hervorzubringen, können folgende nachgetragen werden:

a) Der Gegenstand wird zuerst mit einer sehr verdünnten Auflösung von salpetersaurem Kupferoxyd, welcher man eine sehr kleine Menge Kochsalz zugesetzt hat, mittelst eines Pinsels betupft (nicht bestrichen), abgebürstet, hiernach mit einer Auflösung von 2 Theilen Kleesalz und 9 Theilen Salmiak in 189 Theilen Essig gleichfalls betupft und abgebürstet. Diese Operation wird öfters wiederholt. Nach etwa acht Tagen hat das Stück eine braungrüne Farbe angenommen,

und in den Vertiefungen sitzt eine blaugrüne Patina so fest daran, daß sie das Bürsten aushält und der Witterung widersteht.

b) Zur Zubereitung kleiner Gegenstände kann man eine geräumige weithalsige Glasflasche mit gesättigtem Salzwasser füllen, kohlensaures Gas hineinleiten bis dieses fast alle Flüssigkeit verdrängt hat, dann die Flasche aufrecht stellen, das blankgemachte und mit einer Mischung aus gleichviel Essig und Wasser benetzte Bronzestück hineinhängen, den Hals verstopfen und verkitten, endlich das Ganze ruhig sich selbst überlassen. Die Wirkung dieses Verfahrens ist sehr gut, kommt aber so langsam zu Stande, daß einige Monate hingehen können, bis der grüne Rost in genügender Stärke sich erzeugt.

15) Grüne Bronzirung auf Messing. Folgende zwei Verfahrungsarten können hierzu angewendet werden:

a) 8 Theile Kupfer werden in 16 Theilen Salpetersäure vom spezifischen Gewichte 1,42 (sogenanntem doppeltem Scheidewasser) aufgelöst; dann setzt man 160 Theile Essig, 3 Theile Salmiak, 6 Theile Hirschhorngeist (oder Ammoniak) zu und läßt das Gemisch einige Tage in der leicht verstopften Flasche stehen. Man bestreicht die Arbeitsstücke mit dieser Flüssigkeit, läßt sie in der Wärme trocknen, trägt Leinöl sehr dünn mittelst des Pinsels auf und trocknet wieder in gelinder Wärme.

b) Man vermischt 80 Theile starken Essig, 1 Theil Mineralgrün (Bd. IX. des Hauptwerks, S. 28), 1 Theil rohe Umbra, 1 Theil Eisenvitriol, 1 Theil Salmiak, 1 Theil arabisches Gummi, 4 Theile zerstoßene Avignonbeeren oder Kreuzbeeren, läßt das Ganze sieden und seiht es nach dem Erkalten durch Leinwand. Die Flüssigkeit (— deren hier angegebene Zusammensetzung gewiß einer Vereinfachung fähig wäre —) wird mit einem Pinsel auf das blankgebeizte Messing gestrichen. Um die Farbe dunkler zu erhalten, erwärmt man nachher das Stück bis man es kaum in der Hand leiden kann, und streicht Weingeist auf, in welchem feinstes Lampenschwarz zerrührt ist. Schließlich gibt man einen Anstrich von Weingeistfirniß.

16) Das Braunmachen oder Brüniren der Gewehrläufe, welchem im Hauptwerke ein eigener Artikel gewidmet ist (Bd. III. S. 176), wird nach sehr verschiedenen Methoden ausgeführt; es ist darüber Folgendes nachzutragen:

a) Man benetzt den polirten Gewehrlauf schwach aber gleichförmig mit sehr verdünnter Salpetersäure (z. B. 1 Theil des käuflichen

Scheidewassers auf 100 Theile Wasser), läßt ihn im Sonnenschein und Luftzuge abtrocknen, wiederholt dies drei Mal, putzt dann den lose anhängenden Rost mit einer Kratzbürste von Eisendraht weg, und erneuert ferner das Befeuchten, Trocknen und Abkratzen in derselben Weise, bis nach und nach eine schöne und feste braune Färbung entstanden ist. Um diese dunkler zu machen, gebraucht man zur Fortsetzung der Arbeit eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd in dem 500fachen Gewichte destillirten Wassers, womit man ebenso verfährt, wie vorher mit der Salpetersäure. Durch mehrere Anstriche mit dieser Silberlösung kann, wenn man will, die Farbe bis fast zum Schwarzen gebracht werden. Den Schluß macht jedenfalls das Reinigen mit der Kratzbürste und das Einreiben einer sehr kleinen Menge Wachs.

b) In Paris wird eine Auflösung von Eisenvitriol im 22fachen Gewichte Wasser, versetzt mit einigen Tropfen Salpeteräther und Schwefeläther, zum Brüniren angewendet; sie wirkt aber äußerst langsam und muß deshalb zu sehr oft wiederholten Malen aufgestrichen werden, wobei das Abtrocknen an der Luft und das Kratzen geschehen muß wie beim vorstehenden Verfahren. Man kann die Wirkung beschleunigen, indem man eine größere Menge Salpeteräther oder ein Zehntel vom Gewichte des Eisenvitriols Salpetersäure (gewöhnliches Scheidewasser) zusetzt.

K. Karmarsch.

Buchdruckerkunst.

(Bd. III. S. 253.)

Im Nachfolgenden sollen die neueren technischen Haupterscheinungen im Gebiete der Buchdruckerkunst wesentlich in der Reihenfolge geschildert werden, welche in dem Hauptartikel befolgt worden ist.

I. Die Buchdruckertypen und Druckplatten.

Um einerseits die Härte und Widerstandsfähigkeit der Typen zu vermehren, andererseits die Schärfe in den Buchstabenformen zu erhöhen, hat man theils die Zusammensetzung des Schriftmetalles zu verändern, theils zu einer andern Darstellungsart derselben überzugehen gesucht.

In ersterer Beziehung ist namentlich auf die für Zeitungen bestimmten Schriften von Colson in Clermont (vergl. auch Bd. XVI. S. 452) hinzuweisen, welche eine dreifache Dauer im Vergleich mit den gewöhnlichen haben sollen und durch Zusatz von Gußeisenfeilspänen zum Schriftmetall (matière ferrugineuse) hergestellt werden; wegen des beim Gießen erforderlichen höheren Hitzgrades sind diese Lettern theurer als die gewöhnlichen, haben aber auch eine Härte, daß man die gegossenen Buchstaben in gewöhnliches gutes Schriftzeug einschlagen kann, ohne daß das Auge der Lettern dadurch leidet, obgleich sie etwa 10 Prozent leichter sind als gewöhnliche.

In letzterer Beziehung sind die kalt geprägten Typen aus Kupfer oder Zink zu erwähnen, die mit einem von Petit oder A. A. Lefevre erfundenen Maschinensysteme ausgeführt werden, welches im Jahre 1851 in London ausgestellt war. Die Hauptprägmaschine, den Vorrichtungen für Herstellung von Drahtstiften am nächsten verwandt, verarbeitet Metallstäbe, welche in den erforderlichen Dimensionen mittelst der Kreissäge aus gewalztem Kupfer- oder Zinkblech geschnitten sind. Ein solcher Stab wird durch Walzen auf der Prägmaschine um die erforderliche Länge vorwärts geschoben, von Preßbacken erfaßt, abgeschnitten und am anderen Ende durch einen die eingesetzte Stahlmater enthaltenden Stempel mit dem betreffenden Buchstaben versehen, worauf sich die Backen öffnen und die fertige Type herausfallen lassen. Das Spiel beginnt dann von neuem und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche 36,000 Typen täglich erreichen läßt. Der bei dem Aufpressen des Buchstabens am Kopfe der Type entstandene Bart wird hierauf an den beiden breiten Seiten in einer besondern Maschine, der die Typen einzeln übergeben werden, abgestoßen, der an den schmalen Seiten vorhandene Bart durch ein Bestoßzeug bei einer größeren Anzahl gleichzeitig abgehobelt, und die vollkommen gleiche Höhe durch eine Schleifmaschine bewirkt, auf der eine größere Anzahl Typen gleichzeitig bearbeitet werden. Für das Pressen der Matern ist eine besondere Vorrichtung vorhanden. Alle Maschinen haben die erforderlichen Stellungen, um Typen nach vorgeschriebenem Kegel herstellen zu können, und es läßt die Genauigkeit in der Ausführung der geprägten Typen nichts zu wünschen übrig; doch steht einer allgemeinen Einführung dieser Erzeugungsmethode der hohe Preis des verwendeten Materiales im Vergleiche mit dem Schriftmetalle und die Größe des

zu den Matern und übrigen Einrichtungen erforderlichen Kapitales, durch welches das jetzt in den Schriftgießereien ruhende Kapital gänzlich werthlos würde, hindernd entgegen. Auch ist Kupfer nicht für alle Farben des Buntdruckes geeignet, da einige, z. B. Zinnober, nach wenigen Abdrücken ihre schöne Farbe verlieren.

Ein anderes Verfahren, die Dauer der Typen zu erhöhen, besteht in der galvanischen Verkupferung der Typenköpfe, auf welche Brooman in London 1850 ein Patent erhielt, und die namentlich von Orchard und Willis in London und Paris in Ausführung gebracht wird. Deshalb angestellte Versuche haben nachgewiesen, daß überkupferte Typen drei Mal soviel Abdrücke geben als gewöhnliche; es werden daher auch dadurch die um $1/6$ bis $1/5$ höheren Anschaffungskosten derselben reichlich überwogen. Der Niederschlag muß durch eine sehr schwache Batterie äußerst langsam erfolgen, wenn das sehr dünne Kupferhäutchen die erforderliche Kohärenz mit dem Schriftmetall erhalten soll. Was vorher bezüglich des Druckes mit bunten Farben bei den aus Kupfer bestehenden Typen angeführt worden ist, gilt natürlich auch von den nur verkupferten Typen.

Die Logotypen, d. h. Typen, bei denen auf einem und demselben Körper mehrere Buchstaben oder typographische Zeichen zusammen aufgegossen sind, welche in ihrer Hintereinanderfolge häufig vorkommen, z. B. als Sylben oder kurze Wörter, sind in neuerer Zeit wieder mehrfach empfohlen und theilweise zur Ausführung gebracht worden, seitdem durch die Füglichkeit, mittelst Anwendung von Galvanoplastik Matern zu bilden (Bd. XVI. S. 461) eine Hauptschwierigkeit in der Erreichung einer vollkommen regelrechten Stellung der einzelnen Buchstaben gegeneinander in Wegfall gekommen ist. Man kann in das Bereich der Logotypen theils Artikel, Präpositionen, Konjunktionen, kurze Adverbien, oft vorkommende Vor- und Nachsylben, theils bestimmte technische Ausdrücke, welche in einzelnen Werken häufig vorkommen, die Namen der Tage, Monate u. s. w. ziehen und dadurch offenbar sowohl an Zeit beim Setzen (durch wesentliche Verminderung der erforderlichen Griffe) und Korrigiren, als auch an erforderlichem Schriftmaterial, da ein nicht so großer Vorrath an einzelnen in die Logotypen übergegangenen Buchstaben nöthig sein wird, ersparen, wogegen die geltend gemachten Nachtheile, Schwierigkeit der Unterbringung im Setzkasten und beim Einüben des Setzers (ein Einwand, der

durch den Gebrauch beim englischen Zeitungssatz ohnehin widerlegt wird), sowie der Umstand, daß bei Beschädigung einer Logotype sogleich mehrere Buchstaben unbrauchbar werden, offenbar in den Hintergrund treten. Natürlich ändert sich bei Anwendung der Logotypen in einer bestimmten Ausdehnung auch der Gießzettel, d. h. die Aufstellung der von jedem Buchstaben erforderlichen Menge in einem Zentner anzuschaffender Schrift.

Bei einer von Däniker in Zürich gemachten Aufstellung im Journ. für Buchdruckerkunst 1846 S. 113, welcher zugleich der veränderte Gießzettel beigefügt ist, wird durch Einführung der zwölf Logotypen:

an be de ei en er es ge ie in te un

eine Ersparniß an Griffen beim Setzen hervorgebracht, welche eine Mehrleistung des Setzers von 12 Prozent gegen den Satz mit einzelnen Typen in Aussicht stellt. — Bei den von A. Pinard in Paris für die französische Sprache hergestellten Schnellsatzlettern (Caractères sténotypes) sind bei 5 Karakteren, die häufig am Ende eines Wortes vorkommen, nämlich bei

e s t , r

die auf dieselben folgenden Ausschließungen mit angegossen, außerdem aber 9 Logotypen, nämlich

en on ou qu au ai ti eu si

gebildet, und es werden dadurch im Mittel 20 Prozent an Griffen erspart. Läßt man die 6 am wenigsten vorkommenden Sorten, nämlich au ai ti eu si und r mit der Ausschließung weg, so entsteht für die übrigen 8 Logotypen ein fast gleich großer Nutzen (vergl. Journal f. d. Buchdruckerkunst 1847 S. 57).

Die Durchführung eines vollkommen gleichförmigen Systemes der Typenabmessungen für die verschiedenen Schriftgattungen (vergl. Bd. III. S. 260) in Deutschland bleibt immer noch ein von den Schriftgießereien und Buchdruckereien gleich intensiv gefühltes Bedürfniß, obgleich vielfach darauf hingewiesen worden ist, daß die mehrfache Benutzung von Schriftgießmaschinen eine Gelegenheit zu bequemerer Einführung eines solchen Systemes bieten und die Uebergangsperiode erleichtern werde. Als ein wichtiger Beitrag in dieser Beziehung ist auf die Abhandlung von Alois Auer, Direktor der k. k. Staatsdruckerei in Wien, über das Raumverhältniß der Buchstaben hinzuweisen, welche in den Denkschriften der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien (philos.

histor. Klasse Bd. 1. 1850. S. 51—112) enthalten ist. Es wird hier eine Linie, Viertelpetit oder typographischer Punkt als Einheit angenommen, welche doppelt so groß ist, als der in den französischen Druckereien zu Grund gelegte Punkt und nach demselben die Kegelstärke angenommen für:

Viertel-Cicero	zu	1½	Punkten
Diamant	„	2	„
Perl	„	2½	„
Nompareille	„	3	„
Colonel	„	3½	„
Petit	„	4	„
Garmond	„	5	„
Cicero	„	6	„
Mittel	„	7	„
Tertia	„	8	„
Text	„	10	„
Doppel-Cicero	„	12	„
Doppel-Mittel	„	14	„
Doppel-Tertia	„	16	„
Doppel-Text	„	20	„
Canon	„	24	„
Missal	„	28	„

und in sehr ausführlichen Uebersichten die Breite der einzelnen Buchstaben, Ligaturen, Ziffern und Zeichen angegeben und außerdem eine sehr deutliche Uebersicht für die Berechnung der Ausschließungen mitgetheilt. Es sind hierbei möglichst einfache Verhältnisse gewählt, wo es nöthig ist aber bis auf $^1/_{32}$ der oben angegebenen Linie die Breiten bestimmt. Wir müssen wegen des Details dieser Uebersichten auf die angegebene Quelle verweisen.

Ueber die verschiedenen **Schriftgattungen**, welche durch die Schriftproben der Schriftgießereien veröffentlicht werden, enthält Bd. III. S. 283 eine Uebersicht; diese hier nach den sehr anerkennenswerthen Leistungen der Gegenwart, die namentlich auch auf Herstellung geschmackvollerer Formen gerichtet waren, zu vervollständigen, würde ohne übergroße Raumbenutzung kaum möglich, andererseits auch ziemlich überflüssig sein, da nicht nur das Journal der Buchdruckerkunst in seinen Beilagen die Fachgenossen stets von den neuesten Leistungen

dieser Art in gewöhnlichen Brodschriften, Zierschriften, Polytypen, Linien, Klammern, Einfassungen, Verzierungen, Vignetten und anderen Gegenständen dieser Art in Kenntniß erhält, sondern auch die mehrsten Schriftgießereien entsprechende Musterkarten veröffentlicht haben, wozu namentlich auch die letzten Weltausstellungen in London und Paris Gelegenheit boten, endlich aber auch von Zeit zu Zeit übersichtliche Zusammenstellungen über die Fortschritte der Typographie veröffentlicht werden, wie dies z. B. theilweise in Dr. Karl Falkensteins Geschichte der Buchdruckerkunst, Leipzig 1840 erfolgt ist. Wir beschränken uns daher auf die nachfolgenden Bemerkungen.

Einen überaus reichen Schatz an Typen in verschiedenen Formen und für die verschiedensten Sprachen des Erdkreises besitzt die k. k. Wiener Hof- und Staatsdruckerei. Die in Paris im Jahre 1855 ausgestellte Typenschau enthielt in 2 Foliobänden 691 Sorten und Grade von Fraktur- und Antiquaschriften, Musiknoten, Blindenschriften, stenographischen und Schreibschriften, Verzierungen u. s. w.; in einem dritten Bande waren Druckproben von 120 verschiedenen Sprachen, die alle bekannten Sprachen der Erde umfassen, in ihren eigenthümlichen Alphabeten enthalten. Die 104 Alphabete für alle Sprachen der Erde, welche im Jahre 1851 in London von dieser Anstalt ausgestellt waren, sind in dem amtlichen Berichte über diese Ausstellung von der Berichterstattungskommission der Zollvereinsstaaten Bd. II. S. 415, und in der Geschichte der k. k. Hof- und Staatsdruckerei, Wien 1851, aufgeführt. Die Anstalt besitzt 25,000 Stempel (darunter 14,000 in fremden Sprachen), 80,000 Matrizen (darunter 24,000 in fremden Sprachen) und 350,000 Pfund Letternvorrath, was eine Gesammtzahl von etwa 175 Millionen Lettern ergibt. — Die National- und Staatsbuchdruckerei in Paris zeichnet sich ebenso durch den Besitz einer großen Anzahl Alphabete fremder Sprachen aus, wie sie andererseits wesentlich durch die ihr zu Gebote stehenden finanziellen Mittel und künstlerischen Kräfte den Geschmack in den Buchstabenformen auszubilden und zu veredeln sucht. Nach dem in London ausgestellten Musterbuche besaß dieselbe im Jahre 1851 eine Anzahl von 414 nach Schrift und Kegel verschiedenen Typensorten in einem Gesammtgewicht von mehr als 700,000 Kilogramm. Ihre Typen dürfen nicht nachgeahmt werden und alle aus ihr hervorgehenden Drucke sind an der eigenthümlichen Form des Buchstaben l kenntlich, der an der linken

Seite einen kürzeren Ansatz in Form des halben Querstrichs vom t führt.

Das Prinzip, auf welchem die ganze Typographie beruht, die einzelnen Buchstaben auf selbständige Typen zu vertheilen, ist auch anderweit zur Zerlegung komplizirterer Formen in eine möglichst geringe Anzahl einander gleicher einzelner Theile, um aus denselben das Ganze zusammenzusetzen, verwendet worden. Abgesehen von den sogenannten Bauschriften von Benj. Krebs (Journal f. d. Buchdruckerkunst 1853 S. 283), bei denen größere Buchstaben aus einer verhältnißmäßig geringen Anzahl einzelner Theile so zusammengesetzt werden können, daß dieselben wie aus Mauersteinen aufgebaut erscheinen, und der Typen, aus denen Stickmuster zusammengesetzt werden können, sind in dieser Beziehung zu erwähnen: die in einzelne Theile zerlegten Verzierungen nach bestimmtem Style, z. B. Renaissance, die so auf einzelne Typen gebracht sind, daß sich aus denselben die verschiedenartigsten Kombinationen bilden lassen; — die stenographischen Typen, welche nach Gabelsbergers System seit 1847 von Gustav Schelter in Leipzig hergestellt worden sind und 330 Zeichen umfassen, welche durch 50 Karaktere, die in verschiedene Stellungen gegen einander gebracht werden können, dargestellt werden, während in Paris 1855 stenographische Lettern nach Stolzischem System, aus 1070 Schriftzeichen bestehend, von der Wiener k. k. Hof- und Staatsdruckerei ausgestellt waren; — der chinesische Typensatz, durch welchen die angeblich über 40,000 chinesischen Schriftzeichen nach Klaproth's und Abel Rémusats Bemühungen mit 6 bis 7000 Karakteren, die in der Pariser Nationaldruckerei hergestellt wurden, sich mit Zugrundelegung horizontaler Theilung der Originalzeichen erzeugen lassen, während den von A. Beyerhaus in Berlin für die Missionsgesellschaft in Newyork hergestellten 4210 Stempeln für chinesischen Typensatz das Prinzip vertikaler Theilung zu Grunde liegt, und nach Dr. Pfitzmaiers und Auers, des Direktors der Wiener Staatsdruckerei Zergliederung 400 auf Typen nach seinem Systeme vertheilte Striche und Punkte hinreichen sollen, die chinesischen Zeichen zu bilden.

Hierher gehören auch die Musiknotentypen. Das Verdienst der ersten Herstellung eines zweckmäßigen typographischen Notensatzes hat sich bereits im Jahre 1755 J. G. J. Breitkopf in Leipzig erworben; er zerfällte die Notenzeichen zuerst durch vertikale und dann durch

horizontale Theilungslinien in einzelne Theile, Gevierte, von denen ein jedes ein Stück der durchgehenden Notenlinie enthält, sofern es für das Bereich dieser Linien bestimmt ist, übrigens aber 2, 3, 4 ꝛc. Gevierte nach horizontaler und vertikaler Richtung zusammengegossen vorkommen, und welche die Möglichkeit darboten, jede Gattung von Musik zum typographischen Drucke zusammenzusetzen. Hat auch dieses System wegen der Zusammensetzung der horizontalen Notenlinien aus vielen einzelnen Theilen, welche der Regelmäßigkeit des Verlaufes derselben leicht Eintrag thun können, noch Unvollkommenheiten, so hat es doch den späteren Systemen zur Grundlage gedient, und ist im Laufe der Zeit auch von dem Etablissement des Erfinders und neuerlich in den Musiknotentypen von Gustav Schelter wesentlich vervollkommnet worden. — Von Charles Derriey ist das Prinzip der horizontalen Theilung an die Spitze gestellt; die aus Schriftzeug oder Messing hergestellten Notenlinien gehen im Ganzen durch; die auf der Linie stehenden Notenköpfe werden in zwei halbovalen Theilen oberhalb und unterhalb an dieselben angesetzt und die zwischen und außerhalb der Linien erscheinenden Zeichen als besondere Zeilen eingesetzt. — Nach Eugen Duverger werden die Noten und Werthzeichen allein ohne die Notenlinie gesetzt, von dem Satz zum Behufe des Stereotypirens eine Gypsmater genommen und in diese mittelst einer mechanischen Vorrichtung die Notenlinien vor der Stereotypirung eingehobelt. — Das früher mehrfach versuchte Verfahren die Noten und anderen Zeichen in eine Form, die Notenlinien in eine zweite Form zu bringen, und beide Formen nach einander auf dasselbe Blatt abzudrucken, ist allen den Schwierigkeiten der Hervorbringung eines richtigen Rapportes unterworfen, welche sich bei den mehrfachen Drucken zeigen und hier in desto stärkerem Maße auftreten, um je kleinere Distanzen es sich namentlich bei kleineren Notentypen handelt.

In England verfolgt die Phonetic Society das Ziel, Schriften zu drucken, bei denen abweichend von der durch die historisch-etymologische Orthographie bestimmten Schreibweise der Worte eine Darstellung derselben gewählt wird, bei welcher jeder bestimmte Laut durch ein besonderes Zeichen dargestellt wird; die zu diesem Zwecke bestimmten phonotypischen Alphabete unterscheiden sich von den gewöhnlichen Alphabeten namentlich durch Einführung besonderer Zeichen für die karakteristischen Laute der englischen Sprache.

Unter den in neuerer Zeit angewendeten Verfahrungsarten, Druckobjekte herzustellen, welche wie die Typen zum Abdruck in der Buchdruckerpresse verwendet werden, haben wir außer den bewundernswürdigen Fortschritten, welche die Holzschneidekunst, sowohl in technischer als künstlerischer Beziehung, begünstigt durch die Vorliebe des Publikums für illustrirte Druckwerke, gemacht hat, noch folgende zu erwähnen.

Erhabene Metallschnitte oder Reliefstiche auf Kupfer und Messing, nach Holzschnittmanier, sind in großer Vollendung in einzelnen Exemplaren auf den letzten Ausstellungen vertreten gewesen.

Für Herstellung mit bestimmt sich wiederholenden Bewegungsformen entstandener Verzierungslinien wird von der Guillochirmaschine Anwendung gemacht, theils bei ganzen Platten und Einfassungen, theils für einzelne mit anderen Verzierungselementen verbundene Medaillons u. dergl.

Platten, nach der Collas-Manier auf der Reliefkopirmaschine erzeugt, werden zu vollkommen getreuer Wiedergabe von Münzen, Medaillen, Arabesken und anderen Reliefarbeiten verwendet, und sind theils in Werken über Münzkunde, theils zur Nachbildung der verschiedenen Preismedaillen von Ausstellungen, namentlich aber auch zur Herstellung schwer nachzuahmender Reliefbilder für Werthpapiere vielfach benutzt. Der Einrichtung der Reliefkopirmaschine entsprechend, auf deren Geschichte und Konstruktion hier ausführlich einzugehen nicht der Ort ist, werden die Züge, welche ein Führungsstift in parallelen und gleichweit von einander abstehenden Ebenen über ein Relief ausführt, in eine Ebene so übertragen, daß in derselben diese Züge an einzelnen Stellen näher an einander stehen, als an anderen, und daher dem Auge eine Lichtvertheilung zuführen, welche der von dem Relief ausgehenden ziemlich entspricht. Um die Uebertragung dieser Methode auf die Druckobjekte der Buchdruckerkunst haben sich namentlich Fr. Kretzschmar in Leipzig (seit etwa 1840) und der Mechaniker F. G. Wagner in Berlin, Verdienste erworben.

Der Naturselbstdruck (Physiotypie), von Alois Auer, Direktor, und Worring, Werkführer der k. k. Staatsdruckerei in Wien (etwa 1850) erfunden, eignet sich bei einzelnen Objekten, z. B. Spitzenmustern und dergleichen zum typographischen Hochdruck, während er bei anderen Objekten, Blumen, Pflanzen, Insekten 2c. vorzugsweise

für die Kupferdruckmanier geeignet ist. Zur Herstellung der Druckplatte wird das Original, z. B. ein Stück Spitze, auf eine überall gleich starke polirte Stahlplatte gelegt und mit einer ebenfalls überall gleich stark ausgewalzten Bleiplatte überdeckt, welche dicker seyn muß als das abzudruckende Objekt; die Bleiplatte wird hierauf mit einer Blechtafel überdeckt und das Ganze durch ein Walzwerk gelassen, bei welchem die Walzen einander so genähert sind, daß sich das zwischenliegende Original vollkommen scharf in die Bleiplatte eindrückt, ohne daß sich die letztere beim Durchwalzen streckt. Von dieser Bleiplatte wird nun eine galvanoplastische Kopie genommen, welche direkt als Druckobjekt benutzt werden kann, in welchem Falle nach dem Drucke die Stellen, welche das Original ausfüllte, in der Farbe des Papieres erscheinen, während die Umgebung die mit der elastischen Walze aufgetragene bunte oder schwarze Farbe zeigt.

Das Hochätzen lithographischer Steine, um von denselben Metallabgüsse für typographischen Druck nehmen zu können (lithographischer Hochdruck), ist von Girardet schon 1831 ausgeführt und später mehrfach verbessert worden. Nach F. Berndt's Methode (Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1841) wird der reinste gelblich blaue lithographische Stein mit Bimsstein aufs feinste geschliffen, mit Terpentinöl mager abgerieben, mit reinem Wasser gewaschen und getrocknet. Die Zeichnung wird mit Bleistift auf den Stein gebracht und mit der Stahlfeder und lithographischen Tusche (3½ Loth Talg, 6 Loth weißes Wachs, 6 Loth Seife, 4½ Loth Schellack, 3 Loth Mastix, 1 Loth frische Butter, ½ Loth Federharz in Lavendelöl aufgelöst, 2½ Loth Ruß) effektvoll nachgeführt, so daß sie auf dem Stein fast um die Hälfte dunkler gehalten erscheint, als man dies auf dem Papiere wünscht. Nach Beendigung der Zeichnung wird der Stein mäßig erwärmt, mit einem Wachsrand versehen und nun die Aetzflüssigkeit aufgegossen. Diese besteht aus einem halben Seidel kaltem Wasser, in welches 120 Tropfen Scheidewasser, 20 Tropfen Phosphorsäure und 5 Tropfen Salzsäure und ⅛ Seidel Auflösung von arabischem Gummi in Wasser kommen. Die nach dem Aufgießen der Säure entstehenden Bläschen werden fortwährend mit einem Pinsel weggestrichen. Nach ¾ Minuten wird die Säure abgegossen und der Stein abgespült und getrocknet, worauf dieses Verfahren mehrmals nach jedesmaliger Vorwärmung

des Steines und zuletzt mit schwächerer Säure wiederholt wird. Feine Töne brauchen nicht so tief geätzt zu werden und es wird bei ihnen der Prozeß nicht so lange fortgesetzt, als in den übrigen Theilen. Hierauf wird die Tusche mit Terpentinöl und weichem Papier entfernt, der Stein mit Seifenwasser mehrmals abgewaschen und in gewöhnlicher Art zum Stereotypiren geschritten. In der so erhaltenen Stereotypenplatte werden aber die größeren weiß bleibenden Stellen noch mit dem Grabstichel entsprechend vertieft.

Das Aetzen von Metallplatten zu dem Zwecke, um die Zeichnung in weißen Linien auf schwarzem Grunde erscheinen zu lassen, wird von O. Möllinger so beschrieben, daß man eine polirte Zinkplatte (von deren gleichmäßigem Verhalten gegen die Aetzflüssigkeit man sich überzeugt hat, da bei einzelnen Zinkarten einzelne Stellen anders angegriffen werden, als andere) mit Aetzgrund überdeckt, die Zeichnung links verwendet aufträgt, hierauf an den Stellen, wo Linien erscheinen sollen, den Aetzgrund mit Nadeln entfernt und das Aetzen mit konzentrirter Salpetersäure vornimmt, nachdem vorher die Platte in Wasser eingetaucht war. In 2—4 Minuten ist die Aetzung beendet, worauf der Aetzgrund entfernt und die eingeätzte Zeichnung mit der Radirnadel verbessert wird. Zur Befestigung der so erhaltenen Platte auf einem hölzernen Klötzchen, zum Behufe des Einsetzens in die Form, dient am besten Klebwachs (3 Theile gelbes Wachs, 1 Theil venetianischer Terpentin). Kupferplatten sind für den beschriebenen Prozeß wegen der Möglichkeit gleichförmigerer Aetzung zwar geeigneter, aber auch theils wegen des Materiales, theils wegen der schwierigeren Herstellung der Oberfläche theurer. Platten der beschriebenen Art geben, wenn sie gut hergestellt sind, Abdrücke, welche den nach gleichem Systeme hergestellten Holzschnitten vollkommen ähnlich sind, und eignen sich ganz besonders für einfache Linearzeichnungen.

Bei dem Hochätzen von Metallpatten (in Anwendung auf Kupferplatten auch Chalkotypie genannt) zum Zwecke der direkten Herstellung der Druckobjekte, weshalb lichtbleibende Theile wie vorher entsprechend vertieft werden müssen, entsteht bei feinen Linien, welche erhaben bleiben sollen, dadurch eine wesentliche Schwierigkeit, daß die Aetzflüssigkeit nicht geradlinig niederwärts wirkt, sondern sich auch zur Seite ausbreitet; es werden daher auch die feineren Linien theils weniger widerstandsfähig, theils ganz unterfressen. Diese Erfahrung gab

Piil Veranlassung zu seinem später zu erwähnenden chemitypischen Verfahren. Trotzdem haben mehrere Verfahrungsarten diese Schwierigkeit bis auf gewisse Grenzen überwunden. Namentlich sind hier zu erwähnen:

a) das Verfahren von Carré in Toul (etwa 1825 angegeben), bei welchem die Kupferplatte mit einem Deckfirniß überzogen, auf diesen die Zeichnung übertragen und nun der Deckgrund mit der Radirnadel an den Stellen entfernt wird, die licht erscheinen sollen, worauf das Tiefätzen vorgenommen wird;

b) das Verfahren von Dembour in Metz, Metall-Ektypographie genannt und 1835 von demselben angegeben, nach welchem der mit Terpentinöl flüssig gemachte Deckgrund mit Pinsel oder Feder nur an den Stellen aufgetragen wird, welche bei der nachfolgenden Aetzung nicht angegriffen werden, sondern erhaben bleiben sollen; eine Methode, welche namentlich für Schraffirungen sich weit besser eignet, als die vorhergehende. Das unter a und b angegebene Verfahren war schon früher von Duplat und Susemihl in Paris und in den Abbildungen zu dem im Diehl'schen Verlage in Darmstadt erschienenen Werke: „Das Thierreich von Dr. Kaup“ angewendet worden;

c) das Verfahren von Gillot in Paris (1851 in die Oeffentlichkeit getreten), von demselben Panikonographie genannt, bezweckt, Lithographien, Autographien, Kreidezeichnungen, Kupferstiche oder auch auf der Buchdruckerpresse gewonnene Abdrücke auf Zinkplatten zu übertragen und für den Abdruck auf der Buchdruckerpresse geeignet zu machen (vergl. Journal f. d. Buchdruckerkunst 1852 S. 190). Es wird auf eine mit Bimsstein polirte Zinkplatte entweder die Zeichnung direkt oder mit der Feder gemacht, oder eine Lithographie, ein Kupferstich, Holzschnitt u. s. w. durch Umdruck auf dieselbe übertragen. Hierauf wird die Platte schwach angesäuert, mit der Walze nochmals sorgfältig eingeschwärzt und mit fein gepulvertem Harze eingestäubt. Ein Theil des Harzes bleibt an den eingeschwärzten Strichen haften, das übrige wird durch Abklopfen und Wegblasen möglichst schnell und vollständig entfernt. Nun wird die Platte auf den Boden eines flachen mit sehr verdünnter Schwefel- oder Salzsäure gefüllten Gefäßes gelegt und letzteres in eine wiegende Bewegung gebracht, um die Säure nach der einen und anderen Seite über die Platte fließen zu machen. Nach einer halben Stunde oder länger ist das Aetzen beendigt, und es sind

nur noch die großen weißen Flächen nachzustechen oder auch mit einer Lochsäge ganz zu entfernen. Enthält die Platte feine Linien, so wird sie von Zeit zu Zeit aus dem Aetztroge genommen, mit lithographischer Farbe geschwärzt und mit Harz eingestäubt, um das Unterfressen durch die Säure zu verhindern. Nach den mehrfach ausgestellten Proben dieses Verfahrens wird zwar die Schärfe der Originale nicht vollkommen erreicht, doch erscheinen die Leistungen immerhin beachtenswerth.

d) Das neuere Verfahren von J. Devincenzi, das mit dem Namen der Elektrographie bezeichnet wird, ist dem vorhergehenden bis auf das Aetzen sehr ähnlich. Als Firniß zum Aufwalzen auf die mit der Kreide- oder Tuschzeichnung versehene Platte wird Asphalt, mit Bleiglätte gekochtes Leinöl und Terpentinöl unter Zusatz von Lavendelöl gewählt, und es bleibt das Aufpudern von Harz weg. Ist der Firniß nach 12 bis 15 Stunden gehörig getrocknet, so überfährt man die Platte mit einem in sehr schwache Schwefelsäure getauchten Pinsel und taucht dieselbe in eine Kupfervitriollösung von 15° B. so, daß sich ihr gegenüber in 5 Millimeter Abstand und parallel zu ihr eine Kupferplatte befindet, welche mit ihr in metallische Verbindung gesetzt wird; hierbei erfolgt der Angriff der nicht mit Firniß überzogenen Theile. Die Zinkplatte wird von Minute zu Minute aus der Flüssigkeit genommen und das abgelagerte Kupfer entfernt. Bereits nach 4 bis 8 Minuten ist die Aetzung so tief, daß die Platte zu direkten Abdrücken auf der Buchdruckerpresse benutzt werden kann. Namentlich die Schärfe der Linien für den Abdruck scheint eine Folge der hier gleichzeitig benutzten elektrochemischen Einwirkung zu sein.

Die Glyphographie wurde 1843 durch Palmer in England erfunden und in Deutschland namentlich durch Volkmar Ahner in dem glyphographischen Institute zu Leipzig ausgebildet. Nach derselben wird eine Kupferplatte mit Schwefelleber geschwärzt und mit einem dünnen Deckgrunde gleichmäßig überzogen, welcher aus Wachs, Stearin und Bleiweiß besteht. Auf diesen Deckgrund wird eine zu einer typographischen Druckplatte umzuformende Zeichnung entworfen, oder von einem Originale durch Pauspapier in gewöhnlicher Art übertragen, so daß sie auf der lichten Oberfläche rechts (nicht wie bei dem Holzschnitt umgekehrt) erscheint. Die Linien der Zeichnung werden hierauf durch den Deckgrund hindurchgearbeitet, so daß die darunter befindliche

geschwärzte Kupferfläche zum Vorschein kommt, wozu ein kantiger Stift dient, welcher an Stelle der Linien den Deckgrund mit vertikalstehenden Wänden durcharbeitet und Furchen erzeugt, welche den Zeichnungslinien genau entsprechen und auf dem Grunde die schwarze Farbe ganz rein erkennen lassen. Diese Furchen sind auf ihre regelmäßige Beschaffenheit mit der Loupe zu untersuchen, und mit einem Borstenpinsel werden die etwa anhaftenden kleinen Theile des Deckgrundes entfernt. Die Vollendung der Zeichnung kann auch von einem weniger geübten Auge beurtheilt werden, da die schwarzen Linien der Kupferfläche durch den weißen Deckgrund zwischen denselben ebenso unterbrochen werden, wie die Linien einer Zeichnung durch das dazwischen befindliche weiße Papier. Nach Beendung dieser Operation wird an den Stellen, wo die schwarzen Linien etwas größeren Abstand von einander haben, die dazwischen befindliche Deckgrundmasse durch weiteres Auftragen von Deckgrund erhöht und dann die Platte in einen galvanischen Apparat gebracht, um auf derselben die direkt für den Abdruck bestimmte Kupferplatte zu erhalten, welche dann, wie jede andere galvanische Platte, für den Druck auf der Presse weiter vorbereitet wird. Im Vergleich mit der Herstellung von Illustrationen durch den Holzschnitt wird an dem glyphographischen Verfahren die größere Wohlfeilheit und Schnelligkeit, sowie die Möglichkeit gerühmt, eine auf dem Deckgrund entworfene Originalzeichnung direkt bearbeiten zu können, während diesem Verfahren in Bezug auf Erzielung künstlerischer Effekte bei der Schattengebung mindestens die bei Bearbeitung des Holzstockes in neuerer Zeit so erfolgreich benutzte Möglichkeit abgeht, die abzudruckenden Linien an einzelnen Stellen etwas unter die Oberfläche zu vertiefen und dadurch zarte Uebergänge zu vermitteln.

Die von Piil aus Kopenhagen erfundene und von demselben seit 1846 zunächst in Leipzig im Verein mit G. H. Friedlein zur Anwendung gebrachte Chemitypie läßt ähnliche Druckplatten, wie die vorher erwähnten, auf einem ganz andern Wege herstellen. Es wird nämlich eine polirte Zinkplatte mit einem Aetzgrunde überzogen, die Zeichnung mit der Nadel in letzteren radirt, hierauf mit verdünntem Scheidewasser geätzt und jede Spur von Säure, sowie der Aetzgrund entfernt. Nachdem nun die Platte mit Feilspänen von Schnellloth bedeckt worden ist, wird dieses leichtflüssige Metall dadurch auf der Platte zum Schmelzen gebracht, daß man dieselbe über einer Spiritus-

flamme erhitzt. Hier bedeckt sich die ganze Platte mit dem geschmolzenen Metall und es füllt dasselbe namentlich auch die eingeätzten Vertiefungen aus. Hierauf wird das aufgeschmolzene Metall mit einer Ziehklinge soweit abgeschabt, daß die polirte Zinkfläche überall zum Vorschein kommt, und nur die eingeätzten Vertiefungen mit der aufgeschmolzenen Metallmischung angefüllt bleiben. Wird nun die Platte wiederholt geätzt, so bleiben die Züge dieser Metallmischung unangegriffen, dagegen wird die Zinkoberfläche tiefer geätzt und dadurch die früher radirte Zeichnung zu einer Höhe gebracht, welche ein Abdrucken auf der Buchdruckerpresse gestattet. Aus der Art der Herstellung folgt von selbst, daß der Abdruck die Eigenthümlichkeiten einer radirten Zeichnung an sich trägt, daher nicht mit den kräftigen Schattenpartien des Holzschnittes rivalisiren kann, auch bezüglich der Feinheit eine nicht zu überschreitende Grenze hat, und ebenso der Weichheit in den Uebergängen, verglichen mit den Holzschnitten, entbehrt, wie dies bei den glyphographischen Platten der Fall ist, da auch hier die abzudruckenden Linien durchaus in einer Ebene liegen.

Unter dem Namen der Cerographie wird in Amerika ein Verfahren zur Herstellung sehr großer, auf der Buchdruckerpresse abzudruckender Platten namentlich für den Landkartendruck angewendet, über welches genauere Nachrichten noch nicht veröffentlicht sind. Der mit diesem Verfahren von Sidney E. Morse in Newyork ausgeführte Atlas, welcher 1851 in London ausgestellt war, hatte seit 1844 bereits eine Verbreitung in mehr als 250,000 Exemplaren gefunden. Es hatte den Anschein, als seien die Karten entweder erhaben auf Stein geätzt oder auf Metallplatten in Aetzgrund radirt, und galvanisch in erhabene Platten verwandelt, hierauf aber mit dem theilweise sehr komplizirten Typensatze zugleich stereotypirt worden. Es wird von dem Verfahren die Schnelligkeit und Wohlfeilheit, die Möglichkeit den Platten eine Größe zu geben, welche nur durch die Dimensionen der Presse begrenzt wird, und die große Anzahl der von denselben zu erhaltenden Abdrücke gerühmt.

Ferner ist noch zu erwähnen, daß man sich auch der Guttapercha bedient hat, theils um Holzschnitte zu kopiren und Druckplatten aus Guttapercha herzustellen, theils um Stereotypenplatten aus diesem Material zu machen, namentlich in der Absicht, dieselben auf dem Umfange eines Zylinders zu befestigen, und so eine Zylinderdruckpresse zu erhalten.

Endlich ist auch durch Poitevin ein Verfahren angegeben worden, um durch Hülfe der Photographie erhabene Druckplatten herzustellen, welches derselbe mit dem Namen Helioplastik bezeichnet. Man gießt auf eine ebene Fläche, etwa eine Glasplatte, eine Schicht Leimauflösung, deren Stärke sich nach dem Grade des zu erzielenden Reliefs richtet. Nach erfolgter Trocknung wird die Platte einige Minuten lang in eine konzentrirte Lösung von chromsaurem Kali getaucht, hierauf rasch in Wasser gebracht und im Dunkeln getrocknet. Die Leimschicht wird nun, je nachdem man ein Positiv- oder ein Negativbild darstellen will, mit einem derselben bedeckt und dem Sonnenlichte ausgesetzt, oder wenn man ein Bild direkt nach der Natur entstehen lassen will, in die Camera obscura gebracht. Die Dauer der erforderlichen Lichteinwirkung ist nach der Dicke der Leimschicht und der Intensität des Lichtes verschieden. Hierauf wird die Platte in Wasser getaucht und es imprägniren sich dabei alle Theile der Leimschicht, welche der Lichteinwirkung nicht ausgesetzt waren, mit Wasser und schwellen dabei zu Reliefs über die Oberfläche auf; diejenigen Theile, welche der Lichteinwirkung ausgesetzt waren, benetzen sich aber kaum und verbleiben in ihrer Lage, so daß sie gegen die vorher erwähnten Theile Vertiefungen bilden. Die Erhöhungen entsprechen dem Weiß, die Vertiefungen dem Schwarz einer Photographie. Man macht nun von der Platte einen Abdruck in Gyps oder einer anderen plastischen Substanz oder, nachdem man sie leitend gemacht hat, auf galvanoplastischem Wege.

Bei Anwendung von Gyps gießt man auf die Platte vorher eine Lösung von Eisenvitriol, entfernt den Ueberschuß dieses Salzes durch Waschen, umgibt die Platte mit Rändern und gießt dann den Gyps auf. Es lassen sich auf diese Art eine große Anzahl guter Abgüsse machen, wenn man nach jedem Abgusse die Leimfläche mit einem weichen Pinsel und Wasser reinigt und die Behandlung mit Eisenvitriol wiederholt.

Wurde ein negatives Bild angewendet, und wird über der Leimschicht eine Kupferplatte niedergeschlagen, so entsprechen auf dieser die erhabenen Stellen dem Schwarz des positiven Bildes, also auch des Gegenstandes selbst, es kann daher auch diese Platte, nachdem die größeren tiefern Stellen derselben noch mehr vertieft sind, in der Buchdruckerpresse abgedruckt werden. (Polyt. Centralblatt 1856, S. 360).

II. Herstellung der Druckform.

Die von früher her gebräuchliche Anordnung des Schriftkastens hat mehrfache Abänderungen theils wirklich erfahren, theils sind dieselben nur vorgeschlagen worden; man beabsichtigt dabei, den Gesammtweg, den die Hand des Setzers bei Herstellung des Satzes in einer bestimmten Sprache zu vollenden hat, möglichst zu verkürzen, und deshalb die in der betreffenden Sprache am häufigsten vorkommenden Buchstaben in die größte Nähe des Setzers zu bringen. Das früher in einigen Theilen des Kastens noch befolgte Prinzip, die Buchstaben in alphabetischer Ordnung aufeinander folgen zu lassen, hat man dabei aufgegeben, von der Ansicht ausgehend, daß sogar eine geringere Zahl von Fehlern bei einer nicht alphabetisch erfolgenden Anordnung in Aussicht stehen als bei der alphabetischen. Eine ausführliche Mittheilung des Arrangements der Schriftkästen nach diesen neuen Verbesserungen, ihrer Abweichungen von den Band III. S. 311 bis 313 dargestellten, und der Schriftkästen für verschiedene Sprachen würde hier zu viel Raum beanspruchen; wir können daher nur auf das Journal für die Buchdruckerkunst verweisen, welches an den angeführten Orten die nachbenannten Schriftkästeneinrichtungen ausführlich beschreibt und abbildet, nämlich einen Schriftkasten

für Fraktur (Jahrgang 1843 S. 137), wo den seltener vorkommenden Versalien entferntere Fächer als jetzt zugewiesen, bei den kleinen Buchstaben die Ligaturen ff, fi, fl, ll, ſi, ſſ weggelassen worden sind, ſt jedoch beibehalten wurde. Namentlich wird dabei der Zweckmäßigkeit der Einführung der Ligaturen das Wort geredet;

für Frakturschrift mit Einführung der von Fr. Dänicker in Zürich empfohlenen Logotypen (Jahrgang 1846 S. 117);

für Antiquaschrift (Jahrgang 1843 S. 139);

für französische Sprache nach der gegen den Abdruck in Band III. S. 313 wesentlich geänderten Einrichtung von Theotiste Lefevre (Jahrgang 1839 S. 45), wobei sich gegen die ältere Einrichtung die von der Hand des Setzers zu durchlaufenden Distanzen von 13 auf 12 verminderm; — ferner nach dem von A. Pinard angegebenen Logotypensystem (Jahrgang 1847 S. 59); — endlich den durch die Chambre des Imprimeurs eingerichteten,

wesentlich vereinfachten Schriftkasten (Jahrgang 1854 S. 75), welcher nur 38,25 □ Decim. Oberfläche hat im Vergleich mit 64,80 □ Decim. bei den früheren, es möglich machen soll 60 Setzer in denselben Raum zu stellen, der früher durch 38 eingenommen wurde, und zwei pultförmig gegen einander gestellte Kästen mit einer Lampe zu erleuchten. Die Kapitälchen sind hier ganz entfernt und in ein Hülfskästchen vertheilt;

für griechische Sprache (Jahrgang 1844 S. 163);

für hebräische Sprache (Jahrgang 1844 S. 179 und 1855 S. 317);

für polnische Sprache (Jahrgang 1844 S. 163);

für russische Sprache (Jahrgang 1856 S. 125);

für Musiknotensatz nach Gustav Schelters in Leipzig verbessertem Systeme mit 305 Fächern und zwei Ellen Breite (Jahrgang 1844 S. 181).

Für zweckmäßige Aufstellung von Ornamententheilen, welche in verschiedener Art zu einem Ganzen aneinander gefügt werden können, sind Kästen mit sägeartig ausgeschnittenem Boden in der Art eingerichtet worden, daß sämmtliche gleiche Theile auf schiefen Flächen aufliegen und die Köpfe sämmtlicher Verzierungstheile sich dem Auge so darstellen, daß sie mit einem Male überblickt werden können (Jahrgang 1855 S. 133).

Die Arbeiten des Setzers, welche theils in dem regelrechten Aneinanderreihen der einzelnen Typen zu nach einander folgenden Wörtern (das eigentliche Setzen), theils in dem entsprechenden Vertheilen der Wörter auf die Zeilen (dem Ausschließen), und dem Bilden der Kolumnen aus den Zeilen, theils endlich aus dem Wiederauflösen der gedruckten Form durch Vertheilen der einzelnen Typen in die betreffenden Abtheilungen des Schriftkastens bestehen, sind ihrer Natur nach zum Theil so komplizirt, daß an eine Hervorbringung aller dieser Arbeiten durch mechanische Hülfsmittel nicht gedacht werden kann. Titelsatz, Tabellensatz, mathematischer Satz, Kunstsatz überhaupt setzt zu sehr in allen einzelnen Theilen nicht bloß ein mechanisches Nebeneinanderreihen nur den Raum ausfüllender Elemente, sondern ein stetes Urtheil über den dadurch hervorgebrachten künstlerischen Effekt voraus, als daß es überhaupt möglich wäre, die Hand des Setzers hierbei durch eine Setzmaschine zu ersetzen; gleiche Schwierigkeit ergibt sich aus anderem Grunde in den Fällen, wo in einem zu setzenden Texte

verschiedene Schriftgattungen unter einander vermischt vorkommen; eine zu solchen Arbeiten zu verwendende Maschine müßte natürlich mit allen diesen verschiedenen Schriftgattungen versehen sein, und würde dadurch überaus umfänglich und unpraktisch. Es läßt sich daher für eine Setzmaschine nur ein Text für geeignet erachten, bei welchem der Hauptsache nach ein immer gleichförmiger Satz verlangt wird, etwa in der Art und Weise, wie die Zeitungen ein weit verbreitetes Beispiel abgeben. (Einzelne aus anderer Schriftgattung zu setzende Worte können allerdings separat vorbereitet und an den betreffenden Stellen des mechanischen Satzes eingeschoben werden). Aber auch selbst bei diesem einfachen, gleichmäßig fortschreitenden Satze wird die mechanische Thätigkeit sich nur auf das Aneinanderreihen der einzelnen Typen erstrecken können; die Abtheilung derselben zu Zeilen muß so lange eine intelligente Arbeitskraft erfordern, als die gegenwärtige Gewohnheit beibehalten wird, eine Zeile nur mit dem ersten Buchstaben eines Wortes oder einer Sylbe anfangen, und mit dem letzten Buchstaben eines Wortes oder einer Sylbe, oder mit einem Interpunktions- oder Theilungszeichen schließen zu lassen, also noch etwas Anderes als die bloße Raumfüllung durch Buchstaben, nämlich die Beurtheilung des durch eine Aufeinanderfolge typographischer Zeichen dargestellten Sinnes, bei Formirung der Zeilen vorauszusetzen. Es bleibt daher unter allen Umständen die Wirksamkeit der Setzmaschine auf die Bildung der Aufeinanderfolge der Typen beschränkt, und es muß das sogenannte Rohprodukt durch einen dazu entsprechend vorgebildeten Arbeiter in Zeilen und Kolumnen umgewandelt werden. Daß aber durch dieses bloße Setzen, wenn mit demselben nicht auch zugleich das Ablegen verbunden wird, nur ein vom fabrik-ökonomischen Gesichtspunkte betrachtet höchst ungenügendes Resultat erlangt worden ist, werden die nachfolgenden Bemerkungen über die Erfindung und Vervollkommnung der Setz- und Ablegmaschine darthun.

Nachdem Peter von Kliegl in Preßburg 1839 eine Lettern-Sortir- und Setzmaschine erfunden und 1844 dafür eine öffentliche Belohnung von 6400 fl. erhalten hatte, die indeß nicht weiter in Anwendung gekommen sind, erhielten auf die erste in weiteren Kreisen bekannt gewordene Setzmaschine (Pianotyp) James Hudden Young und Adrien Delcambre zu Lille am 13. März 1840 in England ein Patent; sie verbesserten ihre Maschine nachträglich und

setzten sie 1844 auf der Pariser Ausstellung in Thätigkeit. Beschreibung und Abbildung derselben enthält Dinglers polytechnisches Journal Band 82, S. 331 und Band 85, S. 420. Das allgemeine Arrangement ähnelt einem stehenden Piano. Der Setzer sitzt vor einer Reihe von Tasten, von denen eine jede zu einem bestimmten Buchstaben oder typographischen Zeichen gehört, das auf ihr angegeben ist. Oberhalb befindet sich eine mit der Tastenzahl gleich große Anzahl von Kanälen, deren jeder mit regelmäßig über einander liegenden Typen gleicher Art angefüllt ist. Jede Taste steht mit einem Kanale in der Art durch Hebel in Verbindung, daß ein Niederdrücken der Taste eine Type aus dem Kanale fallen läßt. Die so frei gewordenen Typen gleiten auf der Rückseite an einer schiefen Fläche in Kanälen herab, die sämmtlich ziemlich gleiche Länge haben und sich unterhalb vereinigen, und werden so nach einem dem gewöhnlichen Winkelhaken ähnlichen Behälter geführt und hier in der Reihenfolge, wie sie anlangen, durch einen hin- und herbewegten Schieber vorwärts geschoben. Dieser Schieber erhält seine Bewegung durch eine von einem Knaben gedrehte Kurbel. Aus dem erwähnten Behälter nimmt ein zweiter Setzer die Typenaufeinanderfolgen, um das Ausschließen und Kolumnenbilden in gewöhnlicher Art zu bewirken. Das Ablegen der gedruckten Form muß wie gewöhnlich erfolgen und es sind zwei Knaben erforderlich, welche die Typen regelmäßig übereinander legen und die vorher erwähnten Messingröhren stets gefüllt halten. Die Maschine erfordert daher sieben Personen zur Bedienung, nämlich eine an der Klaviatur, eine an dem unteren Behälter, zwei zum Ablegen, ein Kind zum Drehen der Kurbel und zwei Kinder zum steten Füllen der Typenkanäle. Die Leistung derselben beträgt 6000 Typen in der Stunde, während ein guter Setzer durchschnittlich 1700 Typen in der Stunde zu druckfertigem Satze herzustellen vermag. Der Preis der Maschine betrug 100 Pfd. Sterling.

Die Setzmaschine von John Clay zu Cottingham und Rosenborg zu Sculwater, auf welche dieselben in England am 27. November 1840 und am 21. März 1842 ein Patent erhielten, unterscheidet sich im Prinzip von der vorher erwähnten wesentlich dadurch, daß die aus den Typenkanälen herausfallenden Typen auf eine endlose Kette gelangen und von dieser nach einer Seite zu abgeführt und hier in ihrer Aufeinanderfolge zu einer Zeile formirt werden (vergl. Dinglers polytechnisches Journal Bd. 86 S. 265, Bd. 87 S. 339 und Bd. 89

S. 335). Außerdem ist von den Genannten eine Ablegmaschine konstruirt worden, welche die Typen in solche Reihen zusammenordnet, wie sie in die Kanäle der Setzmaschine eingelegt werden sollen. Zu dem Ende wird ein Theil einer Kolumne auf einen Wagen der Ablegmaschine gebracht, und auf diesem die erste abzulegende Zeile in eine Vertiefung geschoben, welche an einer Stelle eine Oeffnung zum Herunterschieben einzelner Typen hat. Der Wagen läßt sich quer über die Anfangspunkte sämmtlicher nebeneinanderliegender Typenkanäle vorschieben und für jeden Typenkanal ist eine Taste vorhanden. Hat nun die mit dem Ablegen beschäftigte Person die ersten Worte des abzulegenden Satzes überlesen, so drückt sie für den ersten abzulegenden Buchstaben die entsprechende Taste nieder, wodurch an dem betreffenden Typenkanale ein Stift in die Höhe geschoben wird; hierauf bewegt sie den Wagen vorwärts bis er an dem aufgeschobenen Stifte ein Hinderniß findet, und durch das Anstoßen an diesen Stift wird gleichzeitig der Mechanismus in Bewegung gesetzt, welcher die erste Type herabschiebt und in den zu ihr gehörenden Typenkanal eintreten läßt. Ein anderer Mechanismus schiebt in dem Kanale die um die eingeschobene Typenstärke gewachsene Typenreihe vorwärts. Mit dem nachfolgenden Buchstaben wird in gleicher Art wie vorher verfahren. Der Ableger hat daher mit der einen Hand den Wagen hin und her zu schieben, mit der andern Hand die Tasten zu bewegen und mit dem Fuße durch ein Trittbrett den übrigen Mechanismus in Gang zu setzen. Die Ablegmaschine soll durch einen Arbeiter bedient etwa 6000 Typen in der Stunde ablegen können und für zwei Setzmaschinen sollen etwa drei Ablegmaschinen genügen, um den durch erstere gelieferten Satz in gleicher Zeit aufzulösen.

Die höhere Leistung der hier beschriebenen Setzmaschine im Vergleich mit der zuerst erwähnten, nämlich bis zu 10,800 Typen in der Stunde, wird namentlich dadurch motivirt, daß vermöge des oben angegebenen Prinzips der Abführung der Lettern durch eine endlose Kette, Worte, in welchen die Buchstabenaufeinanderfolge der Bewegungsrichtung dieser Kette entspricht, durch ein gleichzeitiges Niederdrücken der Tasten gesetzt werden können, während andrerseits beim Niederdrücken einer Taste jedes Mal ein so großes Zeitinterval verstreichen muß, bis die früher angeschlagene Type an der Stelle durch die endlose Kette vorübergebracht worden ist, wo die neue Type ihren Kanal

verläßt. Eine Leistung von 10,800 Lettern in der Stunde geht aber über die Leistungsfähigkeit eines Setzers beim Ordnen des Satzes zu Zeilen und Kolumnen hinaus, indem 8000—9000 Lettern als das höchste Maß dafür angenommen werden kann.

Im Vergleich mit dem Arbeitspersonal bei der zuerst angegebenen Maschine ist bei der hier beschriebenen Setz- und Ablegmaschine ein großer Fortschritt bemerkbar, da bei einer Leistung, wie sie bei der vorhergehenden Maschine angenommen wurde, von 6000 Typen per Stunde nur eine Person an den Tasten, eine zum Zeilen- und Kolumnenbilden, eine an der Ablegmaschine thätig zu seyn braucht, und ein Knabe erforderlich ist, um die durch die Ablegmaschine geordneten Typenreihen in die Kanäle der Setzmaschine zu bringen; die vorher angegebenen sieben Personen haben sich daher durch Benutzung der Ablegmaschine auf vier vermindert.

Ueber die wirkliche Ausführung der Schnellsetzmaschine von W. H. Neus in Würzburg, auf welche derselbe in Bayern am 2. Mai 1844 ein Patent erhielt (Bayr. Kunst- und Gewerbblatt 1845 S. 855), sind Nachrichten nicht in die Oeffentlichkeit gelangt. Die Maschine hat 288 Letternkanäle, die durch 96 Tasten regiert werden. Die Tasten lassen sich durch Register ähnlich wie bei verschiedenen Stimmen der Orgel jedes Mal mit einer der drei in den 288 Kanälen vorhandenen Schriftgattungen in Verbindung bringen.

Die in Wien unter wesentlicher Betheiligung der Staatsdruckerei konstruirte Setzmaschine von Emanuel Tschulick aus Voitsdorf und die Ablegmaschine von demselben und dem Mechaniker Wurm, von denen eine Abbildung zur Zeit noch nicht erschienen ist, sind nach den Mittheilungen in dem Journal für Buchdruckerkunst, 1847 S. 213, und in der Geschichte der k. k. Hof- und Staatsbuchdruckerei in Wien, Wien 1851 S. 35, ihrem Prinzipe nach den Maschinen von Clay und Rosenborg ähnlich, im Mechanismus aber anscheinend vereinfacht. Die Setzmaschine hat eine Klaviatur von 120 Tasten, denselben entsprechend 120 Typenkanäle, unter letzteren einen quer liegenden Typenkanal zur Aufnahme der aus ersteren niederfallenden Typen, in diesem aber eine endlose Kette (Transporteur, Kondukteur), um die Typen zu ganzen Worten und Zeilen zusammenzuschieben und nach dem Zeilenkasten zu bringen, in welchem dieselben durch das Andrücken einer Klappe vorwärts geschoben werden. Die Einrichtung der

Maschine erlaubt, durch Aufstellung mehrerer Reihen von Typenkanälen neben einander und darunter angebrachten Querkanälen nebst endlosen Ketten und Zeilenkästen, zu einer mehrfachen Maschine umgewandelt zu werden, bei welcher dann durch ein und dieselbe Klaviaturbewegung ein mehrfacher Satz geliefert werden kann. Die Sortir- oder Ablegmaschine hat den bei der Clay'- und Rosenborg'schen Maschine erwähnten Wagen, der sich gegen die Typenkanäle rechtwinkelig bewegt, und in Vereinigung mit einer Klaviatur das Ablegen bewirkt, beibehalten. Es wird aber zu einer Beschleunigung der Operationen des Setzens sowohl als des Ablegens empfohlen, Kanäle mit oft vorkommenden Buchstaben an mehreren Stellen in der Typenreihe anzubringen, um dadurch bei der Ablegmaschine den von dem Wagen zu durchlaufenden Weg zu verkürzen und bei der Setzmaschine die Möglichkeit zu erhöhen, Typen gleichzeitig aus den Kanälen fallen zu lassen, und dadurch die überhaupt zur Abspielung eines Manuskriptes erforderliche Zeit zu vermindern. Für Herstellung des einfachen Satzes dürfte bei diesen Maschinen das erforderliche Personal dem für die Clay und Rosenborg'sche Maschine angegebenen gleich seyn; bei einer zu doppeltem Satze eingerichteten Setzmaschine würden statt acht Personen nur sieben erforderlich seyn, bei dreifachem Satze statt zwölf nur zehn Personen. Die Leistung der einfachen Setzmaschine wird zu ungefähr 12,000 Buchstaben in der Stunde angegeben. Die Einrichtung, mit einer Tastenbewegung mehrfachen Satz hervorbringen zu können, ist aber namentlich für das Setzen solcher Zeitungen von Wichtigkeit, welche in kurzer Zeit in einer die Leistungsfähigkeit einer Druckmaschine übertreffenden Anzahl hergestellt werden sollen, und bei denen auch jetzt schon das Verfahren, den Text derselben mehrfach setzen und denselben dann auf mehreren Maschinen gleichzeitig drucken zu lassen, angewendet werden mußte.

Trotz der früher mehrfach ausgesprochenen Behauptung, daß es unmöglich sey, die Ableg- oder Letternsortirmaschine mit der Setzmaschine zu verbinden, ist diese Verbindung in einer überaus einfachen und sinnreichen Art von Chr. Sörensen in Kopenhagen ausgeführt und dadurch der Setzmaschine erst ihr Platz unter den auch vom ökonomischen Gesichtspunkte aus beachtenswerthen Hülfsmitteln der Buchdruckerei angewiesen worden. Die Maschine erregte bereits die Aufmerksamkeit auf der Londoner Industrieausstellung im Jahre 1851,

erwarb sich aber auf der Pariser Ausstellung im Jahre 1855 die höchste Anerkennung in der ihrem Erfinder bewilligten goldenen Medaille. Bei ihr erfolgt das Ablegen als eine Nebenoperation während des Setzens in der Art, daß sich die Maschine ihren Typenvorrath stets aus abzulegendem Satze ganz in der für ihren regelmäßigen Gang erforderlichen Ordnung herstellt und daher alle Zwischenarbeit bei den vorher erwähnten Maschinen in Wegfall kommt. Die Sörensen'sche Maschine ist in der Druckerei des „Fädrelandet" in Kopenhagen in Gebrauch, zwei Setzer liefern in einem Tage einen Satz von 45,000 Buchstaben und ein Satz von gleicher Größe wird dabei abgelegt; zum Setzen und Formiren dieses Satzes würden vier Setzer, zum Ablegen ein Setzer erforderlich seyn, die Maschine leistet daher mit zwei Arbeitern die Arbeit von fünf Setzern und zwar, wie sich aus der Beschreibung des der Maschine zu Grunde liegenden Prinzips ergeben wird, in größerer Richtigkeit als bei dem gewöhnlichen Setzen möglich ist. Dabei ist die Bedienung der Maschine leichter zu erlernen, als das Setzen. Das Buchdrucker-Journal enthält im Jahrgang 1854 S. 177 einen Vortrag von Sörensen über seine Setzmaschine und dabei eine Abbildung derselben.

Bei Sörensens Maschine sind nicht, wie bei allen vorhererwähnten Maschinen in einer Ebene nebeneinanderstehende Typenkanäle vorhanden, sondern die 120 Reihen der vertikal übereinander liegenden Typen befinden sich durchgehends in radialer Richtung zwischen Stäben, welche den Umfang eines offnen Zylinders von 16 bis 18 Zoll Durchmesser bilden und sämmtlich parallel zu sich und zur Achse dieses Zylinders stehen. Jeder Stab hat auf der einen nach der Type zugekehrten Längeseite eine schwalbenschwanzförmige Hervorragung, über welche sich ein gleichgeformter Einschnitt schiebt, der in jede Type ungefähr da eingegossen ist, wo gewöhnlich die Signatur sich befindet, wie dies bei A in Fig. 1 (Taf. 43) deutlich gemacht ist. Durch diese Hervorragung werden sämmtliche Typen einer Reihe in Ordnung erhalten, aber nicht gehindert in vertikaler Richtung niederzusinken. Die unterste Type ruht auf einem kleinen Messingplättchen und kann durch die von der Klaviatur ausgehende Hebelverbindung, wenn die entsprechende Taste niedergedrückt wird, etwas zur Seite geschoben werden (weshalb auf die Typenbreite die Hervorragung des Stabes fehlt), und dann durch das Gewicht der darauf liegenden Typen mitgetrieben,

durch eine Oeffnung hindurchtreten. Jede so frei gewordene Type fällt auf den oberen Rand des unter dem Zylinder stehenden Trichters, der Fuß derselben liegt etwas tiefer als der Kopf; sie gleitet daher mit dem Kopf nach oben gerichtet in dem Trichter abwärts; die Wege aller Typen sind hierbei zwar gleich groß, aber da die Lage derselben, wenn sie den Zylinderrand berühren, eine ganz verschiedene ist, ihre Lage in der unterhalb zu formirenden Zeile aber eine ganz gleichförmige seyn muß, so sind in dem Trichter schraubengangförmige Kanäle angebracht, durch welche die Typen die erforderliche Drehung erhalten; übrigens sind die Herabgleitungskanäle so eingerichtet, daß die Typen keine Gelegenheit haben, beim Herabgleiten hin- und herzuschwanken. Beim Eintritt in den unteren Kanal, in welchem sich die Zeile bildet, und der etwa 1000 Buchstaben aufzunehmen vermag, ist ebenfalls Fürsorge getroffen, daß sich die Typen nicht wenden können; sie werden durch einen von einem Fußtritte aus bewegten Stößer mit der gebildeten Zeile stets um so viel vorwärts getrieben, als ihre eigene Breite beträgt.

Der vorher erwähnte Typenzylinder hat etwa 12 Zoll Höhe; unmittelbar über demselben befindet sich ein ganz ähnlich konstruirter von etwa 8 Zoll Höhe; zwischen beiden liegt eine Messingplatte. In den oberen Zylinder kommt zwischen je zwei Stäbe eine Zeile des abzulegenden Satzes, und es würde nun offenbar jede solche oben eingesetzte Zeile sogleich zwischen die darunter stehenden Stäbe des unteren Zylinders herabsinken, wenn die Messingplatte eine Querschnittsöffnung hätte, welche der bei A in Fig. 1 angegebenen Form entspricht; es soll nun aber nicht dies eintreten, sondern jede Type nur an der Stelle durch die Messingplatte hindurchgehen, wo sich unter derselben die gleichnamigen Typen befinden. Zu dem Zwecke hat jede Type außer der schon vorher erwähnten schwalbenschwanzförmigen Signatur noch mehrere andere weitere oder engere Einschnitte (ähnlich den Einschnitten in den Schlüsselbärten), wie z. B. bei B, C, D, E, die aber bei jeder einzelnen anders angeordnet sind, als bei jeder anderen; und die vorher erwähnte Messingplatte hat für jede unter derselben liegende Typenreihe eine genau der Querschnittsform dieser Typen entsprechende Oeffnung; es wird daher auch irgend eine Type nur an der Stelle durch die Messingplatte sich hindurchbewegen können, wo sich unterhalb Typen derselben Art befinden. Wird nun der obere

mit abzulegendem Satze gefüllte Zylinder von dem bereits erwähnten Fußtritte aus regelmäßig über dem unteren feststehenden Zylinder gedreht, so gelangen die untersten Typen allmählig über die verschiedenen Oeffnungen der Messingplatte. An solchen Stellen, wo die Oeffnung der Platte nicht ganz ihrem Querschnitte entspricht, werden sie durch die vorspringenden Theile der Messingplatte getragen; da wo ein vollständiges Entsprechen Statt findet, fallen sie durch und gelangen so zu den gleichartigen Typen des Satzzylinders. Der Typenablegprozeß wird dadurch beschleunigt, daß in einzelnen Stellungen des oberen Zylinders oft eine größere Anzahl Buchstaben durchfallen, da bei den gleichzeitig abzulegenden 120 Zeilen häufig mehrere Buchstaben gleichzeitig über den ihnen zugehörenden Typenreihen stehen; die am häufigsten vorkommenden Typen, z. B. das e, das Halbgevierte, haben jedes zwei Stäbe im Setzzylinder, und es ist an dem Ablegzylinder außerdem noch die Einrichtung angebracht, daß er still steht, wenn eine Typenreihe im Setzzylinder ganz angefüllt ist.

Setz- und Ablegzylinder können in eine schiefe Lage gebracht werden und letzterer befindet sich dann neben einem einfachen Apparate, mit dessen Hülfe sehr bequem und schnell die einzelnen Zeilen des abzulegenden Satzes in denselben eingeschoben werden; dabei gibt ein Fühler die Buchstaben an, welche mit der Signatur verkehrt liegen und entfernt den etwa vorhandenen Durchschuß. Für Entfernung der Quadraten ist ebenfalls Sorge getragen. Ganz leer gewordene Typenreihen im Setzzylinder lassen sich leicht aus einem Reservevorrath anfüllen.

Der Preis einer Maschine beträgt 1800 Rthlr.; die für dieselben erforderlichen Typen mit den verschiedenen Einschnitten sind aber natürlich schwieriger zu gießen und theurer als die gewöhnlichen. Das Schriftgießerinstrument, welches zu Herstellung derselben dient, gestattet 240 Veränderungen in den Signaturen vorzunehmen, wobei zu beachten ist, daß die Einschnitte sich symmetrisch von dem schwalbenschwanzförmigen Einschnitte aus in derselben Art nach der Kopfseite und nach der Fußseite der Type vertheilen, weil sich sonst die Typen auf der vorher erwähnten Messingplatte schief stellen und ein Hinderniß für die Fortsetzung der Bewegung geben könnten. Es läßt sich annehmen, daß die Typen etwa 70 Prozent theurer zu stehen kommen, als die gewöhnlichen, dagegen befinden sich etwa 25 Prozent mehr

Typen in einem bestimmten Gewichte, da sie wegen der ausgesparten Signaturen weniger Masse enthalten.

Es könnte vermuthet werden, daß die durch mehrere Signaturen geschwächten Typen nicht mehr die erforderliche Widerstandsfähigkeit hätten, und durch die Bewegungen in der Maschine zu sehr abgenutzt würden; indeß ergibt die bereits vorliegende Erfahrung, daß das erstere Bedenken nicht vorhanden ist, da auch die hier angewendeten Typen bis zu 300 und mehr Malen benutzt werden können; die Abnutzung durch die Bewegungen in der Maschine hat sich aber in keiner Art schädlich gezeigt, da sie nur an solchen Theilen der Typen Statt findet, welche auf deren stets richtige Wirksamkeit keinen Einfluß äußern, namentlich also nicht am Fuße der Typen (wodurch sich die vorliegende Maschine von einigen der vorher erwähnten vortheilhaft unterscheidet), und da die richtige Führung in den Stäben auch nach mehr als tausendmaligem Gleiten an denselben immer noch sicher Statt fand. Als ein Vortheil der Maschine kann es betrachtet werden, daß alle Buchstaben ziemlich gleichmäßig im Gebrauche bleiben und daher Störungen, wie sie bei dem gewöhnlichen Setzen durch längere Zeit auf dem Boden des Setzkastens liegen gebliebene neue Typen zuweilen eintreten, hier weniger vorkommen.

Uebrigens ergibt sich aus der Beschreibung des bei der Setzmaschine angewendeten Verfahrens, daß einzelne Fehlerquellen, welche bei dem Setzen mit der Hand Veranlassung zu Korrekturen geben, hier in Wegfall kommen, z. B. das Verkehrtstehen der Buchstaben, und die durch Einlegen falscher Buchstaben in die Fächer des Schriftkastens entstehenden Irrthümer.

Die Ablegmaschine von John Patter (The Artizan Vol. IX. p. 77) beruht in so fern auf dem Sörensenschen Prinzipe, als die Typen durchgehends verschiedene Signaturen haben und von einer endlosen Kette einzeln über eine Platte geführt werden, welche diesen Signaturen entsprechende Oeffnungen hat und unter welcher sich die Typenkanäle befinden.

Bei dem Setzen mit der Hand kann die Einrichtung der dazu dienenden Apparate sowohl, als die Art und Weise, wie sich der Setzer gewöhnt hat seine Körperstellung zu nehmen und die gesammten Bewegungen auszuführen, namentlich aber Auge und Hand zusammenwirken zu lassen, wesentlich zur Erhöhung der Geschwindigkeit beitragen

und einer unnöthigen Ermüdung vorbeugen. Hochstehende Schriftkästen bewirken natürlich eine größere Ermüdung als niedrigere. Als eine der zweckmäßigsten Höhen wird angegeben, daß derselbe in Ellenbogenhöhe steht. Eine ruhige Haltung des Körpers beugt zu großer Ermüdung vor, und durch ein Entgegenkommen der linken Hand nach den Fächern, aus welchen die Typen gegriffen werden, kann der Weg, den die rechte Hand zu durchlaufen hat, abgekürzt und dadurch die Geschwindigkeit wesentlich erhöht werden. Reinheit des Kastens, d. h. Vermeidung des Vorkommens verschiedener Typen in einem und demselben Fache, überhebt der Nothwendigkeit, jede Zeile im Winkelhaken nachzulesen.

Ein mehrfaches Setzen eines und desselben Manuskriptes kommt namentlich bei Zeitungen vor, die in kürzester Zeit in einer großen Anzahl von Exemplaren dem Publikum übergeben werden sollen. So wird die französische Zeitung la Presse fünf Mal gesetzt und die ganze Auflage (circa 45,000 Exemplare) binnen 2 Stunden auf 5 Schnellpressen mit je 4 Zylindern abgezogen. Die Nothwendigkeit des mehrfachen Satzes ist in den mehrsten Fällen in neuerer Zeit durch die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Druckmaschinen beseitigt worden.

Bei dem Ausschließen (Bd. III. S. 318) d. h. dem regelmäßigen Vertheilen der Wörter und Sylben auf der durch die Kolumnenbreite bestimmten Zeilenlänge, kann theils eine Vergrößerung der zwischen den Wörtern vorhandenen Zwischenräume, theils eine Verkleinerung derselben eintreten; das erstere erfolgt, als leichter ausführbar, in der Regel; das letztere mehr ausnahmsweise, z. B. bei dem Vorhandensein einer größeren Anzahl kurzer Wörter auf einer Zeile, wodurch der Satz schon an und für sich ein splendideres Ansehen erhält. Es ist aber bei diesem Ausschließen nicht nur darauf zu sehen, daß der Zwischenraum zwischen je zwei Wörtern auf derselben Zeile wenig von dem durchschnittlich im ganzen Satze Statt findenden verschieden ist, sondern namentlich auch darauf, daß in den aufeinanderfolgenden Zeilen einer Kolumne sich die Zwischenräume nicht zu regelmäßigen Formen gruppiren. Die verschiedene Länge der einzelnen Wörter läßt eine solche regelmäßige Gruppirung zwar nur seltener auftreten, doch ist sie, wenn sie sich einstellt, für das schöne Ansehen des ganzen Satzes wesentlich störend und muß durch geeignete Veränderungen in den Zwischenräumen aufgehoben werden.

Ueber das Ausschießen (Bd. III. S. 324) d. h. die Ordnung der Kolumnen in die einzelnen Abtheilungen der Form, und über die Formatlehre enthält das Journal für Buchdruckerkunst 1855 S. 105 und 1856 S. 145 praktische Bemerkungen von F. R. Hoffmann, zum Theil auf Grund der systematischen Behandlung dieses Gegenstandes von Theotist Lefevre in dem Werke: Recueil d'impositions, Paris 1848, 2. Auflage.

Bei dem Einsetzen der einzelnen Kolumnen in die Schön- und Wiederdruckform entscheidet für gewöhnlich bei einem fortlaufenden Texte die durch das Zusammenbrechen des Bogens gebotene Aufeinanderfolge der einzelnen Seiten; in einzelnen Fällen wird dabei noch auf Nebenumstände Rücksicht genommen, welche die Anordnung des Textes als von diesem Einsetzen in die eine oder andere Form abhängig erscheinen lassen. So wird z. B. bei dem Druck von Zeitungen die Anordnung des Textes so getroffen, daß in die zuletzt gedruckte Form noch die neuesten, während des Druckes der anderen Form eingehenden Nachrichten eingesetzt werden können; es kommt daher auf die Wiederdruckform der Theil des Blattes, der für solche Ergänzungen bestimmt ist. Ebenso sucht man beim Drucken von Werken, welche mit Illustrationen versehen sind, so viel als dies thunlich ist, die Illustrationen in eine von beiden Formen zu vereinigen, um wenigstens die eine von den beiden Seiten eines Bogens, welche keine Illustrationen enthält, leichter und schneller drucken zu können, als die andere, für welche wegen der Illustrationen eine mühevollere Arbeit beim Drucken erforderlich ist.

Wie weit die Sorgfalt beim Setzen unter Voraussetzung vollkommen regelmäßig und gleichförmig gegossener Typen getrieben werden kann, zeigte auf der Londoner Ausstellung im Jahre 1851 eine aus 220,000 Perltypen gesetzte Form, von Figgins ausgestellt, welche ein Gewicht von 140 Pfund hatte und bei welcher alle einzelnen Theile nur durch die beim Zusammenschrauben des Rahmens entstehende Seitenpressung gehalten wurden, da nur der Rahmen unterstützt war, die Typen aber ohne alle Unterstützung horizontal frei standen.

Zum Herstellen der Korrekturabzüge (Bd. III. S. 352) bedient man sich in einigen Druckereien besonderer Abziehpressen. Die hierzu dienende Presse von Hoe und Comp. in New-York (Journal für die Buchdruckerkunst 1853 S. 12) ist für das Abziehen von

Korrekturen in Fahnen (in einzelnen Kolumnen oder Theilen einer Form) bestimmt. Sie besteht aus einem gußeisernen Bett, das auf zwei Seiten durch vorstehende Ränder begrenzt wird, welche sich über das Bett gerade um die Höhe des Schriftkegels und die Stärke des Schiffes erheben. Ueber diese Ränder läßt sich ein schwerer, genau abgedrehter gußeiserner Zylinder hinrollen, welcher äußerlich mit vorstehenden Flanschen versehen ist. Das Schiff mit dem zu korrigirenden Satze wird nun auf das Bett gebracht, der Satz mit einer Walze eingeschwärzt, auf denselben ein angefeuchteter Bogen und dann ein Stück Tuch oder überall gleichstarker Filz darübergelegt und nun der gußeiserne Zylinder von dem einen Ende seiner Bahn nach dem anderen gerollt. An den Enden haben die vorher erwähnten Ränder Hervorragungen, welche ein Ablaufen des Zylinders verhindern.

Eine Korrekturpresse von Viktor Derniame in Paris war auf der Pariser Ausstellung 1855 vorhanden und ist im Journal für Buchdruckerkunst 1855 S. 201 abgebildet; sie dient ebenfalls zum Abziehen von Fahnen. Sie ähnelt mehr einer gewöhnlichen Handpresse. Der Tiegel ist unterhalb mit einem weichen Tuchüberzug versehen und oberhalb an einem Querstück befestigt, welches zu beiden Seiten in senkrechten Führungen, die in den eisernen Seitentheilen angebracht sind, gleitet. Von den Enden des Querstücks gehen ein Paar Zugstangen nach den Krummzapfen der unterhalb liegenden und mit einer langen Handkurbel versehenen Welle. Ist der abzuziehende Satz auf das Fundament gebracht, und geschwärzt, so wird er mit einem feuchten Bogen bedeckt, das Fundament eingefahren und mit der Kurbel der Tiegel niedergedrückt, wobei die Krummzapfen mit den Zugstangen nach dem Gesetze des Kniehebels wirken.

Bei der Fahnenpresse von Harrild and Sons in London ist ein dem vorhergehenden ähnlicher Tiegel vorhanden, über denselben legt sich ein Hebel, welcher den Tiegel im Mittelpunkte niederdrückt, an dem einen Ende seine Drehachse hat, und an dem andern durch eine Zugstange mittelst eines sich in vertikaler Ebene bewegenden Bengels niedergedrückt wird. Die aufwärts gehende Bewegung des Tiegels erfolgt durch C-Federn (Journal für die Buchdruckerkunst 1851. S. 194.) —

III. Das Einschwärzen und Drucken.

Die Herstellung der Buchdruckerschwärze (Bd. III. S. 364) bildete in Deutschland bis vor unlanger Zeit einen Theil der von dem Arbeitspersonal der Buchdruckereien auszuübenden Operationen, während sich in England schon längere Zeit besondere Fabriken für diesen Geschäftszweig etablirt und den technischen Prozeß dabei wesentlich vervollkommnet hatten, weshalb auch ein nicht unbedeutender Verbrauch englischer Farben in deutschen Druckereien Statt fand und zum Theil noch Statt findet. In Deutschland wurde diesem Fabrikationszweige durch die Fabrik von Holste, später Chr. Hostmann in Celle Bahn gebrochen. Je mehr in den Buchdruckereien selbst ein fabrikmäßiger Betrieb Eingang fand, desto zweckmäßiger mußte sich eine solche Theilung der Arbeit zeigen. In dem angegebenen Verhältniß finden wir Veranlassung, uns hier nur auf einige wenige Bemerkungen über die Buchdruckerfarben zu beschränken.

Das Leinöl wird in größeren Zisternen aufbewahrt, um sich während längerer Zeit zu klären und abzulagern, da nur mit älteren schleimfreien Vorräthen sich Firniß von gleicher und vorzüglicher Güte erzielen läßt; größeres Alter gibt sich durch dunklere Farbe und kratzenden Geschmack zu erkennen. Die Kochkessel erhalten Einrichtungen, um den Zutritt der atmosphärischen Luft zu denselben zu regeln oder gänzlich abzuschließen. Die Firnisse werden mit großer Sorgfalt unter Berücksichtigung der Temperatur auf ihre Stärke und Klarheit untersucht und klassifizirt, um vollkommen gleichmäßige Produkte zu erzielen.

Um das zu starke Einsieden des Leinöles zu vermeiden und eine billigere Schwärze zu erhalten wird empfohlen, den Firniß nur bis zur Konsistenz eines schwachen Druckfirnißes einzukochen und dann zerkleinertes Burgunderharz oder Kolophonium in der für die gewünschte Konsistenz erforderlichen Menge und von Zeit zu Zeit ein wenig Eläinseife zuzusetzen; A. L. Losse (Buchdrucker-Journal 1847 S. 78) gibt dabei folgende Verhältnisse an: 100 Pfund Leinöl, 30 Pfund Burgunderharz, und 1 Pfund Eläinseife. — Pratt schlägt eine Schwärze vor, bei welcher die Anwendung des Leinöles gänzlich vermieden wird, indem nach ihm 1 Pfund Harzöl (durch Destillation des Fichtenharzes gewonnen) mit 13 Unzen Kolophonium und 3 Unzen gelber Harzseife erwärmt und zusammengerührt werden sollen. — Ein Zusatz von Seife

zu jeder Schwärze wird von Savage besonders empfohlen, da durch dieselbe das gleichmäßige Absetzen der Schwärze auf die Lettern befördert, die Ausgiebigkeit der Farbe wesentlich erhöht und ein leichtes Verschmieren der Lettern verhindert wird; auch schäumt das Leinöl beim Zusatz von Seife weniger. Zu dunklen und schwarzen Farben wird die beste gelbe oder Terpentinseife gewählt, welche vorher erst sorgfältig getrocknet ist; zu lebhaften und lichten Farben ist weiße Seife besser geeignet. Zuviel Seifezusatz bewirkt, daß die Farbe auf größeren Flächen ungleich erscheint, und sich leicht über die Kanten der Buchstaben ausbreitet; auch trocknet dann die Farbe zu langsam.

Die zuweilen empfohlenen Beimengungen von Bleiglätte, Mennig u. s. w. sind deshalb nicht als zweckmäßig anzusehen, weil sie zwar ein schnelleres Trocknen der Farbe auf dem Papiere, aber natürlich ebenso auch auf der Form und dem Farbtische bewirken, und dann einen reinen und schönen Druck wesentlich erschweren.

Kopaivbalsam und Kanadabalsam eignen sich ohne weitere Zubereitung zum Zusammenreiben mit Farbstoffen, ersterer noch besser als letzterer, da er weniger schnell trocknet. Beide sind so hell, daß sie auf die lebhaftesten Farben nicht nachtheilig einwirken. Man setzt dieselben auch wohl dem gewöhnlichen Firniß zu.

In der Rußbrennerei (vergl. Bd. VIII. S. 373) wird der Rauch durch sehr lange Kanäle geführt, damit der an den entferntesten Stellen sich absetzende eine große Leichtigkeit und Feinheit erlangt. Auch dieser Ruß wird nur zu minder feiner Schwärze verarbeitet; zu den feinsten Sorten wird Lampenruß verwendet (Bd. VIII. S. 381). Das Ausglühen des Rußes in Retorten, das sogenannte Kalziniren, ist zur Erzielung einer tiefen Schwärze von größter Wichtigkeit, da hierdurch die in demselben noch vorhandenen harzigen und öligen Theile zerstört werden, welche, wenn sie in dem Ruße verbleiben, bei ihrer Trocknung auf dem Bogen die Farbe wesentlich verändern und braun machen.

Vorsichtig bereitetes Elfenbeinschwarz, welches durch Glühen in einem verschlossenen Gefäße erhalten wurde, und von welchem man die an der Gefäßwand befindlichen zu stark geglühten Theile absondert, eignet sich als Zusatz zu gewöhnlicher Farbe für Herstellung besonders schöner Abdrücke, z. B. von Holzschnitten. Berliner Blau in geringer Menge zugesetzt, hebt den bräunlichen Farbenton auf und gibt der Schwärze eine größere Tiefe, ebenso wie Indig; beide werden auch

mit einander vereinigt angewendet. Karmin, Lack oder auch das wohlfeilere indische Roth geben der Schwärze einen lebhafteren Ton und nehmen derselben den durch Zusatz von Blau hervorgebrachten kalten Schein.

Zu bunten Farben bedient man sich folgender Farbstoffe:

zu Roth: Karmin, Münchener Lack, Zinnober, Mennige, Indisches Roth, Venetianisches Roth, Chromroth;

zu Gelb: dunkles und helles Chromgelb, indisches Gelb, Gallenstein, Königsgelb, Ocher;

zu Grün: grüner Zinnober, auch wohl Grünspan;

zu Blau: Indigo, Berliner Blau, Pariser Blau, Ultramarin;

zu Braun: Umbra, Ocher, englisches Roth, Sepia.

Durch Vermischung mehrerer Farben in verschiedenem Verhältniß sowie durch Zusatz von Weiß (Kremnitzer Weiß) und Schwarz werden andere Farben und Zwischentöne hervorgebracht. Größere Farbenfabriken führen Sortimente mit einer großen Anzahl von Tonabstufungen, so hat z. B. Lefranc und Comp. in Grenelle 200 verschiedene Nüancen.

Ueber die Anfertigung und Benutzung von bunten Farben findet sich schon in Hasper's Handbuch der Buchdruckerkunst eine ausführliche Anweisung.

Zur vollkommen gleichmäßigen Vertheilung des Farbstoffes in dem Firniß dient für kleinere Quantitäten der Reibstein und Läufer; (vergl. Bd. V. S. 426), bei größeren Mengen müssen hierzu Farbereibmühlen angewendet werden.

Das Prinzip der in Bd. V. S. 429 beschriebenen und Taf. 94 Fig. 5 abgebildeten Mühle wird zum Theil auch jetzt noch angewendet; doch hat man in der Gestalt der Reibflächen wesentliche Veränderungen angebracht, abgesehen davon, daß man einzelne Mühlen mit einer Einrichtung versehen hat, um sie entsprechend erwärmen und dadurch die Farbe dünnflüssiger machen zu können. Die Reibflächen sind nämlich entweder ziemlich kegelförmig gestaltet, mit der kleinen Grundfläche nach unten gerichtet und in einem gleichgestalteten Mantel laufend, wie bei der Maschine von Leo Müllers Wittwe in Wien (Buchdrucker-Journal 1848 S. 142); oder sie sind Ringe von Kegelmänteln, deren Winkel an der Spitze ein außerordentlich stumpfer ist, und die sich sehr genau gegeneinander stellen lassen, wie bei der sehr

zweckmäßigen Farbenreibmaschine von Rummel in Chemnitz (vergl. Polytechnisches Centralblatt 1850 S. 1473); oder es sind die Oberflächen horizontalliegender und einander berührender Zylinder. Bei den auf dem letzteren Prinzip beruhenden Maschinen wendet man entweder (wie in der Maschine von Bollinger in Wien) einen größeren Zylinder an, gegen welchen ein kleiner dicht angestellt wird, der letztere hat eine wesentlich größere Peripheriegeschwindigkeit als der erstere und es wird die Farbe auf den großen übertragen und von dem kleinen abgenommen (vergl. Buchdrucker-Journal 1847 S. 273); oder es liegen eine größere Anzahl Zylinder von gleichem Durchmesser neben einander und es werden dieselben mit immer zunehmender Peripheriegeschwindigkeit gedreht, über den beiden ersten am langsamsten gedrehten Walzen steht der Trog zur Zuführung der Farbe, von der letzten Walze wird die fertig geriebene Farbe abgestrichen, wie bei der Farbenreibmaschine von Hermann in Paris, welche der Chokoladereibmaschine desselben im Prinzip gleicht (vergl. Buchdrucker-Journal 1850 S. 57). Die Reibflächen selbst sind entweder von Gußeisen oder von Granit.

Eine gute Farbe soll rein schwarz, stark aber doch geschmeidig sein, die Form nicht vollschmieren, beim Wiederdruck sich nicht stark abziehen, nicht gelb werden und beim Waschen der Form sich leicht lösen. Die reine Schwärze derselben wird durch die Qualität und Quantität des angewendeten Rußes bestimmt, das Urtheil über dieselbe wird aber auch wesentlich durch die Farbe und Beschaffenheit des Papieres bedingt, da die Schwärze auf festem und glattem weißem Papiere erst gehörig in die Augen springt; bei grauem Papiere vermindert sich der Kontrast zwischen der Schwärze und der Papierfarbe, und bei rauhem Papiere können innerhalb der durch die Schwärze überzogenen Fläche eine Anzahl kleiner weißer Punkte verbleiben, welche der Schwärze ein in das Graue spielendes Ansehen geben. Die Stärke der Farbe wird durch die Beschaffenheit des angewendeten Firnißes bedingt, es wirkt auf dieselbe aber auch die Menge des mit dem Firniße verriebenen Farbstoffes und die Vollendung dieses Verreibens ein. Diese Stärke muß der Beschaffenheit des Papieres und der zu druckenden Form angepaßt werden; die Anwendung von zu starker Farbe bewirkt ein Losreißen einzelner Fasern des Papieres und beeinträchtigt dadurch das Ansehen des Druckes, sowie andererseits die Form

verunreinigt wird. Das Vollschmieren der Form kann von guter aber zu starker Farbe herrühren oder in der schlechten Qualität des Rußes, in zu großer Menge desselben, in zu schwachem Firniß oder unvollkommener Verreibung begründet sein. Das Abfärben kann eine Folge von verhältnißmäßig zu viel zugesetztem Ruß oder von unvollkommener Verreibung sein.

Die Wirkung der Farbe ist auch von dem Einfluß äußerer Umstände abhängig, namentlich von der Temperatur und dem Feuchtigkeitszustande des Druckraums, von der Beschaffenheit des Papiers und dem bei Fixirung derselben ausgeübten Drucke. Es muß daher durch Veränderung dieser Umstände einem nicht genügenden Effekte der Farbe abgeholfen werden.

Der Verbrauch an Farbe beträgt etwa 1 Pfund für 3300 Bogen verschiedenen Formates, welche auf der Handpresse gedruckt werden, und etwa das Doppelte bei dem kompresseren Zeitungssatze auf Druckmaschinen.

Um Fälschung bei Wechseln und anderen Werthpapieren zu vermeiden, hat man eine Sicherheitsfarbe anzuwenden gesucht, d. h. eine Farbe, die bei Anwendung von Säuren, durch welche die in ein gedrucktes Formular mit Tinte eingeschriebenen Zahlen und Worte entfernt werden sollen, ihr Ansehen verändert. Die Bereitung einer schwarzen Farbe aus Galläpfeln und Campecheholz unter Anwendung von Kopaivbalsam und Seife nach Savage enthält das Journal für die Buchdruckerkunst 1834, S. 112.

Für die Auftragwalzen (Bd. III. S. 368) ist zwar vulkanisirtes Kautschuk und Guttapercha empfohlen worden, jedoch ohne die überaus zweckmäßige Kombination von Leim und Syrup zu verdrängen. Zum Kochen dieser Masse ist von G. Fröbel in Rudolstadt (Buchdrucker-Journal 1843 S. 57) ein Dampfkochapparat angegeben worden, bei welchem der Wasserbehälter über einem Wasserkessel steht, und der aus letzterem sich entwickelnde Wasserdampf theils diesen Wasserbehälter von außen umspielt, theils durch angebrachte Röhren in das Innere der Masse eindringt und dabei namentlich ältere Masse schneller zum Schmelzen bringt. Die auf eine bestimmte Menge Leim erforderliche Menge des Syrups hängt größtentheils von der Temperatur des Raumes ab, in welchem die Walzen verwendet werden; das mittlere Verhältniß ist auf 5 Pfund Leim 5 Pfund Syrup; für

höhere Temperatur geht man bis auf 4 Pfund Syrup; für niedere bis auf 7 Pfund Syrup. Auftragwalzen für Formen mit Illustrationen bedürfen einer größeren Menge Syrup. Um das Vertrocknen der Masse zu verhindern, wird ein geringer Zusatz von salzsaurem Kalk vorgeschlagen, der zugleich die Fäulniß abhält. Neue Walzen läßt man vor dem Gebrauche erst mit Vortheil 2 oder 3 Tage lang (Walzen mit größerer Menge von Syrup noch länger) an einem kühlen Orte der Luft ausgesetzt stehen, damit sie die erforderliche Festigkeit erhalten. Sind sie durch den Gebrauch mit Papierfasern und Farbe verunreinigt, so werden sie mit Sägespänen eingerieben, abgewaschen und getrocknet; letzteres in Amerika dadurch, daß man sie vertikal aufstellt und in schnelle Umdrehung setzt.

Das Auftragen der Farbe auf die Form erfolgt gewöhnlich bei der Handpresse durch einen der beiden an derselben beschäftigten Arbeiter. Farbenauftragmaschinen, so eingerichtet, daß sie als selbständige Vorrichtungen auftreten und an eine gewöhnliche Presse angerückt werden, (daher wesentlich zu unterscheiden von den selbst schwärzenden Pressen, über welche später das Erforderliche gesagt werden wird) sind in Deutschland wenig, in Amerika dagegen häufiger in Anwendung gekommen, und entsprechen auch dem Verhältniß, welches sich bezüglich der Verwendung von Handpressen und Schnellpressen herausgebildet hat, nicht vollkommen. Ist nämlich der Abdruck einfacher Formen namentlich bei großer Auflage als vorzüglich geeignet für Schnellpressen anzusehen, so verbleibt der Handpresse vorzugsweise der Kunstdruck und das Abziehen einer geringeren Anzahl von Exemplaren von einer Form, wie bei Accidenzarbeiten und dergleichen. Der Kunstdruck setzt aber ein oft mit großer Geschicklichkeit zu bewirkendes Schwärzen voraus, was durch einen geübten Arbeiter erfolgen muß, und Accidenzarbeiten bedingen in vielen Fällen erst eine besondere Einstellung der Farbenauftragmaschine nach Format u. s. w., lassen sich daher nur mit wesentlich verminderter Ersparniß durch Benutzung eines mechanischen Mittels herstellen. Die Anwendung der Farbenauftragmaschinen schränkt sich daher im Wesentlichen auf die Fälle ein, wo bereits vorhandene Handpressen zu Arbeiten benutzt werden sollen, die man sonst auch auf Schnellpressen herstellen würde. Unter den verschiedenen Einrichtungen dieser Art sind die folgenden anzuführen:

Ph. Gerhard konstruirte in Gemeinschaft mit C. Georgi in der Brönner'schen Buchdruckerei in Frankfurt am Main 1827 eine Auftragmaschine, welche an die Handpresse dicht hinter dem Karren dem Drucker gegenüber, wenn er vor der Form steht, angesetzt wird. Die Maschine selbst hat ein Farbwerk ähnlich wie die bei den Schnellpressen eingerichteten, durch welches die Farbe auf die Auftragwalze übertragen und gleichmäßig vertheilt wird; der Drucker rückt durch Bewegung eines Fußtritts den Mechanismus zur Bewegung der Auftragwalzen nur ein, und dann bewegt sich die Auftragwalze ein Mal über die Form und wieder zurück. Es ist deshalb eine besondere Bewegung des Auftragmechanismus erforderlich, welche bei nur einer mit Auftragvorrichtung versehenen Presse natürlich keine Kostenersparniß geben würde. Die Einrichtung ist daher auch nur da mit Vortheil zu verwenden, wo etwa 6 Pressen mit solchen Auftragmaschinen versehen sind, und dann alle gleichzeitig durch einen an einer Kurbel mit Schwungrad angestellten Arbeiter bewegt werden (vergleiche Maschinen-Encyklopädie Bd. 2, S. 753; Journal für Buchdruckerkunst 1836 S. 145 und 182.)

Eine ähnliche Einrichtung hat die Auftragmaschine von Heideloff, welche in Frankreich patentirt war, und die in der Maschinen-Encyklopädie Bd. 2, S. 750 beschrieben ist.

Im Jahre 1833 wurde in Amerika von Fairlamb in Boston in Vereinigung mit Gilpin in New-York eine einfache im Buchdrucker-Journale 1837 S. 33 und 75 beschriebene und skizzirte Vorrichtung erfunden, bei welcher die Bewegung der Farbtrogwalze durch eine Kurbel, die Verreibung der Farbe auf dem Farbwerke, sowie das Auftragen auf die Form durch fallende Gewichte hervorgebracht wird, welche beim Aus- und Einfahren des Karrens jedes Mal wieder aufgezogen werden. Es wird also keine besondere Triebkraft für Bewegung der Auftragmaschine vorausgesetzt, sondern alle Bewegungen an derselben erfolgen durch den Drucker selbst. Vereinfacht und verbessert ist diese Maschine von Richard Hoe in New-York (vergleiche Buchdrucker-Journal 1853 S. 19).

Von Richard Hoe ist auch eine der Gerhard-Georgischen Maschine dem Prinzipe nach ähnliche Farbenauftragmaschine konstruirt worden (a. a. O.) welche eine besonders vorhandene Bewegkraft voraussetzt, und bei welcher durch die Oeffnung des Deckels die Einrückung des Mechanismus zur Bewegung der Auftragwalze erfolgt.

Endlich ist von Hoe noch ein verbesserter Farbtisch angegeben worden (a. a. O.), der wie die Auftragmaschine hinter die Presse zu stehen kommt. An dem einen Ende befindet sich der Farbtrog mit seiner Walze, Reibwalze und einem Zubringer. Zwei Auftragwalzen sind in einem Wagen gelagert, der auf Schienen geht und zunächst über den Farbtisch, dann über die Form geführt und zurückbewegt wird; zur Seite der Form befinden sich daher ebenfalls Schienen. Durch die Bewegung erfolgt die Verreibung der Farbe auf dem Farbtische, das Uebertragen an die Form und in der zumeist rückwärts gelegenen Stellung die Uebertragung neuer Farbe.

Die Gründe, welche ein Anfeuchten des Papiers bedingen, sind Bd. III. S. 375 ausführlich entwickelt. Sie beruhen einestheils darauf, daß gefeuchtetes Papier sich besser der Oberfläche der vielleicht nicht vollkommen in einer Ebene liegenden geschwärzten Form anschließt und den Firniß der Druckfarbe weniger leicht vor vollständigem Trocknen desselben in sich einzieht, und dadurch zum Gelbwerden Veranlassung gibt, auch weniger leicht beim Uebereinanderliegen frischgedruckter Bogen Farbe von den anderen Bogen annimmt. Die größte Regelmäßigkeit in der Typenhöhe und in der ganzen Presseneinrichtung läßt daher auch bei minder gefeuchtetem Papier einen Druck vollständig gut gelingen und es liegt hierin der Grund, daß bei eisernen Pressen und namentlich bei Schnellpressen ein minderes Feuchten erforderlich ist, als bei hölzernen. In gleichem Sinne wirkt die Verwendung einer stärkeren oder dickeren Farbe. Da durch das Anfeuchten des Papiers die demselben mitgetheilte Appretur oder künstliche Oberflächenbeschaffenheit verloren geht, so wird in dem Falle, wo auf diese Appretur besonderer Werth zu legen ist, z. B. oft bei Accidenzarbeiten, das Papier trocken verwendet. — Zum Theil ähnliche Verhältnisse finden bezüglich des harten oder weichen Deckels Statt (Bd. III. S. 378). Der harte Deckel ist für einen reinen und scharfen Druck ein wesentliches Erforderniß, bedingt aber außer einer guten Einrichtung der Presse gleichförmige und namentlich scharfe Lettern. Sind letztere bereits abgenutzt, und zwar theils an den Kanten der Druckfläche etwas abgerundet, theils durch häufiges Waschen an den schwächeren Strichen etwas mehr abgenutzt als an den stärkeren, so muß das Papier sich in verschiedenen Krümmungen an die Druckfläche anpressen, und dazu ist ein größeres Nachgeben der Deckeleinlage erforderlich. Daß

durch den harten Deckel die Schrift zu stark abgenutzt würde, ist ein früher ziemlich verbreiteter Irrthum.

An den Pressen werden in einzelnen Fällen Bogenzählwerke angebracht, welche mit einem der sich beim Drucken eines Bogens regelmäßig zu bewegenden Theile verbunden werden und eine Kontrole über die Gesammtleistung der Presse zu gewähren bestimmt sind. Eine solche Einrichtung kann z. B. als nothwendig erscheinen beim Drucken von Staatspapieren oder anderen Werthpapieren, beim Drucken von Zeitungen, die von Seite der Staatsverwaltung mit einer Stempelsteuer belegt sind, und bei denen das besondere Stempeln der einzelnen Bogen dadurch vermieden wird, daß man den Stempel in die Form bringt, zugleich mit abdruckt und die Stempelsteuer nach Maßgabe der durch das Zählwerk angegebenen Anzahl der gedruckten Bogen zahlt, wie dies in neuerer Zeit beim Drucken der Times geschieht.

Zum Waschen der Form wird eine geeignete Aetzkalilauge nach J. A. Bachmann dadurch bereitet, daß man in einen großen Kessel 50 Pfund weiches Wasser und 5 Pfund gute reine Potasche bringt, erhitzt, dann eine Kalkmilch von 5 Pfund guten gebrannten Kalks in 10 Pfund warmen Wassers unter fortwährendem Umrühren langsam zugießt, und dann verkühlen läßt. Nach einigen Stunden zeigt sich im Kessel über dem weißen Bodensatze, kohlensaurem Kalk, die klare Aetzkalilauge, welche in Blechflaschen aufbewahrt wird. Dieselbe greift das Metall nicht an, geht aber mit dem Firniß eine Verseifung ein, welche bei Anwendung im kalten Zustande sich in Form einer sehr lockeren Verbindung zeigt und durch die Bürste leicht entfernt werden kann. Man nimmt daher eine der Bürstengröße entsprechende Blechschale, gießt diese voll Lauge, taucht die Bürste ein und wischt die Form damit ein, die dann noch in kaltem Wasser abgespült wird, was ebenfalls mit der Bürste geschieht, da auf diese die Lauge einwirkt.

Eine Waschpfanne von Gußeisen, zugleich mit einer Einrichtung zum Masseschmelzen für das Walzengießen, wie dieselbe in der C. Reichenbach'schen Maschinenfabrik in Augsburg hergestellt wird, ist abgebildet von A. Albert: der Maschinenmeister an der Schnellpresse, Leipzig 1853. Bei derselben erfolgt das Waschen mit erwärmter Lauge.

Auf der Pariser Ausstellung des Jahres 1844 befand sich eine mechanische Vorrichtung zum Waschen der Formen von Chair

zu Paris, bei welcher eine Zylinderbürste einestheils eine drehende, anderntheils eine fortschreitende Bewegung längs der Form erhielt, während eine Pumpe die Waschlauge und eine andere Wasser zum Abspülen auf die Form führte; die ähnliche Vorrichtung von E. Rottermund ohne Zylinderbürste ist im polytechnischen Centralblatt 1843, Bd. II. S. 101 abgebildet.

IV. Besondere Arten des Druckes.

Der Buntdruck oder Farbendruck (Polychrom-Druck, Chromotypographie, Typochromie, Chromotypie) hat in der neueren Zeit einen überaus großen Aufschwung genommen, theils unter Benutzung der mannichfachen neueren Vervollkommnungen in einzelnen Prozessen der Typographie, theils durch wahrhaft künstlerische Auffassung der Farbentöne, deren Zusammenstellung und Uebergänge. Die Verwendung des Buntdrucks erfolgt, verbunden mit andern Druckarten, zu verschiedenen Zwecken des geschäftlichen Lebens bei Herstellung von Empfehlungskarten, Etiketten, Vignetten, verzierten Umschlägen für Warenemballagen und dergleichen. Ferner zur Herstellung billiger Andachts- und anderer Bilder, zur Ausschmückung kostbarer Druckwerke, unter denen wir nur auf die berühmte Collection orientale und die Imitatio Christi hinweisen, welche aus der französischen Staatsdruckerei hervorgegangen sind; und endlich zu Illustrationen, welche in bunten Farben ausgeführte Werke der Vergangenheit und Gegenwart in ihrem ganzen Effekte zu versinnlichen bestimmt sind. Die Möglichkeit einen verhältnißmäßig großen Grad von Billigkeit bei Erzeugnissen dieser Art hervorzubringen, hat in einigen Gegenden bereits nicht wenig zur Veredelung des Volksgeschmacks beigetragen, und es steht diesem Zweige des Buchdruckes nach dieser Richtung hin noch ein großes Feld der Wirksamkeit offen. Vor allen sind aber die Verdienste von Silbermann in Straßburg und G. Baxter in London hier hervorzuheben. Es ist hier nicht Raum, diesen wichtigen Zweig des Kunstdruckes ausführlich zu behandeln; wir müssen, was die Geschichte desselben und die neueren Leistungen anbelangt, auf das Journal für die Buchdruckerkunst verweisen, welches dem Gegenstande besondere Aufmerksamkeit geschenkt hat, bezüglich der Regeln bei der Ausführung namentlich auf Egbert Rogmanns Anweisung im Jahrgang 1854, S. 17 2c. und begnügen uns hier mit einigen Andeutungen

über die verschiedenen Methoden, wobei wir den Bd. III. S. 387 bereits erwähnten Congrevedruck übergehen können.

Mit Ausnahme des Irisdrucks, dessen als einer vorübergehenden Erscheinung zu der Zeit, wo ein ähnlicher Geschmack im Zeugdruck herrschte, hier Erwähnung zu thun ist, und bei welchem auf ein Farbbrett streifenweise und parallel neben einanderliegend verschiedene Farben aufgetragen und von diesen an die Walze übertragen werden, welche sie daher auch der Form in gleichen Streifen mittheilt (die Walze muß daher stets gleichmäßig über Farbebrett und Form in einer Leitung geführt werden), wird der Buntdruck fast durchgehends so bewerkstelligt, daß so viel Platten ausgeführt werden, als Farbentöne erscheinen sollen, wobei jedoch an Platten dadurch gespart werden kann, daß einzelne Farben über einander zu liegen kommen und dann einen, durch Kombination derselben entstehenden Ton geben. Die Farben selbst werden entweder durch Linien, wie z. B. bei Karten, oder in ganzen Flächen und dann entweder so, daß um diese Flächen ganz oder theilweise eine Kontur gedruckt ist, oder auch so aufgedruckt, daß die Kontur gänzlich in Wegfall kommt (von Silbermann zuerst angewendet). Durch die letzteren Verfahruugsarten wird einestheils ein Farbendruck erzeugt, welcher den illuminirten Bildern entspricht, andererseits ein solcher, welcher als wirklicher Gemäldedruck bezeichnet werden kann.

Letzterer Name ist um so mehr gerechtfertigt, wenn die Tonabstufungen durch mehrfach übereinander gedruckte Farben erzeugt und die Farbenlagen einander in so zarten Abstufungen decken, daß ganz harmonische Uebergänge, wie durch den Pinsel des Malers vermittelt werden. Wir verweisen hierbei auf die von Baxter in seinem Pictorial Album enthaltenen Blätter, bei denen Grund, Umrisse und zartere Details in neutraler Farbe von einer in Aquatintamanier behandelten Platte abgedruckt sind, worauf dann bis zu 20 verschiedene Farbentöne von Holzblöcken gesetzt sind; so wie vorzüglich auf die Gems of the great exhibition von demselben, und auf die von Silbermann ausgeführte Kopie der alten Straßburger Fahne 0,6 m hoch und 0,5 m breit, mit Golddruckgrund in 36 Tönen (Preis 10 Franken mit Blattgoldgrund und 6 Franken mit Bronzegrund), welche 1855 in Paris ausgestellt war.

Die Herstellung der Platten, durch welche die einzelnen Farben aufgedruckt werden sollen, setzt zur Erzielung einer vollkommenen Ueber-

einstimmung der einzelnen Farbenflächen voraus, daß diese Platten selbst in allen einzelnen Theilen mit einander übereinstimmen. Man stellt daher durch eine der früher angegebenen Verfahrungsarten, etwa durch Benutzung einer und derselben Matrize, die ganze Druckplatte so viel Mal her, als die Zahl der hintereinanderfolgenden Abdrücke beträgt, und entfernt dann von jeder einzelnen Platte die Theile, durch welche ein bestimmter Farbenabdruck nicht erfolgen soll. Bei dem bereits erwähnten Werke Imitatio Christi wurde das zu reproduzirende Ornament in eine Kupferplatte geätzt, und eine galvanoplastische Patrize genommen, diese durch ein Walzwerk fünf Mal in Walzblei abgeprägt, und durch jede dieser Bleimatern wieder ein galvanoplastischer Niederschlag hergestellt, so daß auf diese Art sechs identische Platten für die erforderliche Zerstückelung entstanden. Ueberhaupt wurden 350 galvanische Platten zerstückelt und aus denselben 3240 Theile gebildet. Von älteren Erzeugnissen ist das von Hirschfeld in Leipzig 1840 zum Jubelfeste der Erfindung der Buchdruckerkunst in 19 Farben hergestellte Tableau und das von Gottlieb Haase Söhne in Prag 1844 zur fünften Säkularfeier der Prager Universität ausgeführte Tableau in 26 Farben zu erwähnen.

Gekörnte Platten werden zur Hervorbringung der Fleischtöne von Silbermann in Straßburg und Höfel in Wien verwendet; Baxter benutzt zur Erzielung verschiedener Effekte außer Platten von Holz solche von verschiedenen Metallen, als Kupfer, Zink, Stahl u. s. w. in verschiedener Aufeinanderfolge. — Manche Farben lassen sich nicht mit Firniß anreiben und aufdrucken, sondern müssen, damit der Firniß ihrem Effekte nicht schade, wie Bronze, Ultramarin &c. auf eine mit Firniß vorgedruckte und mit einem entsprechenden Farbenton unterdruckte Fläche aufgepudert oder mit Watte aufgewischt, und dann abgestäubt werden; um solchen Farbstoffen die Eigenschaft zu sehr zu stäuben zu benehmen, wird denselben ein wenig ätherisches Oel beigemischt.

Um bei den hintereinanderfolgenden Abdrücken die Farbengrenzen zu genauer Uebereinstimmung zu bringen, ist das sorgfältigste Registerhalten wie bei allen mehrfachen Abzügen erforderlich. Wenn nun auch bei vorsichtiger Arbeit die zur Sicherung des Registers in den Druckbogen gestochenen Punkturlöcher mehrmalige Benutzung gestatten, ohne sich zu erweitern, so wird doch bei einer zu großen Anzahl von hinterein-

anderfolgenden Abdrücken die Aushülfe nothwendig, daß man an beiden Seiten der Form, da wo die Punkturlöcher gewöhnlich hinfallen, mehrere mit feinen Nadelspitzen versehene Quadrate einsetzt, welche bei dem ersten Abdrucke den Bogen durchstechen und von denen dann hintereinanderfolgend das erste, zweite u. s. w. über die entsprechend gestellten Punkturspitzen bei den folgenden Abzügen geschoben wird. Silbermann hat mit sechs Punkturlöchern 42 Farbenabzüge der schwierigsten Gruppirung auf einem Blatte hergestellt.

Das richtige Registerhalten setzt ferner auch eine genaue Beachtung des Feuchtigkeitszustandes des Papiers voraus, wenn dasselbe überhaupt angefeuchtet verwendet wird, da sich beim Trocknen das Papier zusammenzieht, beim Feuchtwerden etwas ausdehnt. Es wird zu dem Ende das Papier zwischen feuchte Bogen gelegt, und um es etwas in seinen Dimensionen zu vergrößern oder zu verkleinern, entweder mehrere feuchte Bogen zwischen die Druckbogen gelegt, oder die zwischenliegenden feuchten Bogen abwechselnd durch einen trockenen ersetzt. Die Ränder des feuchten Papieres müssen aber, damit sie nicht eintrocknen, von Zeit zu Zeit mit einem nassen Schwamme bestrichen werden.

Mehrfacher Druck zum Theil in verschiedenen Farben wird bei Werthpapieren durch Anwendung von Unterdruck, Plaindruck zu dem Zwecke hervorgebracht, um theils wie z. B. bei Wechseln ein Radiren unmöglich zu machen und dadurch der Fälschung vorzubeugen, theils wie bei Kassenbillets, Staatspapieren, Coupons und dergleichen das Nachahmen zu erschweren. Dieser Unterdruck wird gewöhnlich in einem lichten Farbenton ausgeführt und die dazu dienenden Platten enthalten entweder größere Flächen, die in bestimmter Lage gegen den darüber zu bringenden Text gruppirt sind, oder sie sind mit einer feineren Zeichnung versehen. Zur Herstellung der letzteren dienen theils die bereits früher geschilderten mechanischen Hülfsmittel, Guillochirmaschinen und dergleichen, theils sind dieselben das Produkt künstlerischer Thätigkeit, theils sucht man bei Erzeugung der in ihnen zum Vorschein kommenden Formen den Zufall walten zu lassen. In letzterer Beziehung benutzt Dupont ein Muster, welches ein hochgeätzter Stein gibt, der vor dem Aetzen nur theilweis mit Deckgrund überzogen oder besprengt wird; Maréchal durchschneidet poröse Hölzer über Hirn, setzt aus denselben größere Platten

zusammen, und behandelt die geebnete Oberfläche mit Säuren, um die harzigen und markigen Theile zu entfernen und in den zurückbleibenden Fasern nach ihrer Gruppirung eine eigenthümliche Zeichnung zu erhalten; Piil ätzt eine blankpolirte Zinkplatte und benutzt die durch verschiedenen Angriff der Säure an verschiedenen Punkten sich bildenden Linien wie vorher, nachdem die Platte chemitypirt worden ist.

Der Unterdruck ist mehrfach durch den Wasserzeichendruck bei Werthpapieren verdrängt worden, durch welchen eine Schrift oder Zeichnung so hervorgebracht werden soll, als sei dieselbe als Wasserzeichen im Papier vorhanden. Es dient hierzu eine Platte, in welche die als Wasserzeichen darzustellende Schrift oder Zeichnung vertieft gravirt ist. Mit dieser Platte wird ein lichter Farbenton auf beide Seiten des Papieres gleichzeitig und vollkommen korrespondirend aufgedruckt. Denkt man sich nämlich den Deckel der Presse mit einem starken Bogen Schreibpapier überzogen und in die Form die erwähnte Platte gelegt, überzieht man die Platte mit dem Farbenton und legt nun den Deckel auf, so erhält der erwähnte Papierbogen einen Tondruck von der Platte. Wird hierauf der Deckel geöffnet, das zu druckende Werthpapier eingelegt, die Platte von neuem mit Farbe versehen, der Deckel geschlossen und wiederholt gedruckt, so erhält das Werthpapier auf der einen Seite die zuletzt aufgetragene Farbe von der Platte, und auf der andern Seite die zuvor aufgetragene Farbe von dem eingespannten Papierbogen, und beide müssen vollkommen miteinander übereinstimmen, wenn die Deckelbewegungen ohne Abweichung Statt finden.

Reliefdruck oder Prägung, Gaufrage, wird zu dem Zwecke angewendet, um nach Maßgabe eines dazu benutzten Stempels oder Reliefs einzelne Theile des Papiers über die Ebene heraufzupressen, in welcher sich die übrigen Theile desselben befinden. Es wird von demselben in Verbindung mit Buntdruck bei den verschiedenen Luxusgegenständen als Etiketten, Enveloppen und dergleichen Gebrauch gemacht und man bedient sich dazu kräftig wirkender nach dem Kniehebelprinzipe konstruirter Pressen, der Prägepressen, in deren Form die Reliefplatte eingelegt wird (bei starkem Drucke auf einer Bleiunterlage befestigt) und mit welcher genau korrespondirend am Deckel eine Mater befestigt wird; letztere kann für kleine Auflagen eine Guttaperchamater sein, bei größeren Auflagen ist ein Bleiabklatsch oder ein galvanoplastischer Niederschlag der Reliefplatte erforderlich.

Eine Einrichtung, um bei dem Drucke von Coupons die Stempelprägung mit dem Schriftdrucke oder dem Unterdrucke zu vereinigen, ohne genöthigt zu sein, das zu bedruckende Papier deshalb noch einmal einzulegen, ist in der von W. Pabst in Chemnitz angewendeten Ausführung in der Allgemeinen Maschinenencyklopädie Bd. 2 S. 757 beschrieben und abgebildet. Sie besteht darin, daß die für die Farbe bestimmten Druckplatten auf einer hölzernen Unterlagplatte angebracht, in letztere aber unterhalb Fugen in den Linien eingearbeitet sind, in welchen die erhaben einzuprägenden Stempel stehen. In diesen Fugen bewegen sich zu einem Rost mit einander verbundene Metallschienen, welche an bestimmten Stellen stärker, an anderen Stellen schwächer sind. Die Prägstempel gehen durch die hölzernen Unterlagsplatten hindurch und stützen sich unterhalb auf die Schienen. Stehen sie nun auf den schwächeren Theilen der Schienen, was bei der Herstellung des Farbendruckes Statt findet, so stehen ihre Köpfe nicht so hoch, daß eine Einprägung derselben in das Papier erfolgen kann; wird aber nach Beendung des Farbendrucks ohne Oeffnung des Deckels der Rost in die Lage gebracht, daß die Stempel auf den stärkeren Theilen der Schienen aufruhen, so erfolgt bei erneuter Niederbewegung des Tiegels die Einprägung der Stempel. Es wird auf diese Art die stets richtige Lage des Stempels gegen die Schrift gesichert und zugleich werden die großen Kosten der Handprägung erspart.

Der Reliefdruck in Vereinigung mit dem Farbendrucke ist von H. Bauerkeller seit 1840 zur Herstellung billiger Reliefkarten angewendet worden, bei denen der Farbendruck zur Unterscheidung der verschiedenen darzustellenden Objekte nach physikalischem, politischem oder geognostischem Gesichtspunkte und der Reliefdruck dazu angewendet wird, um die Oberflächenerhöhung nach einem angemessenen und von dem Verkleinerungsmaße der ganzen Karte verschiedenen Maßstabe zur Verdeutlichung zu bringen. Er bezeichnet seine Methode mit dem Namen der Geomontographie.

Der Reliefdruck für Blinde, Typlo-Typographie oder Typlo-Ektypographie, bezweckt angemessene Buchstabenformen in starkes Papier so einzupressen, daß dieselben auf der einen Seite hohl, auf der anderen Seite erhaben im Papier erscheinen und auf der letzteren Seite durch die Fingerspitzen der Blinden erkannt und so die durch aneinander gereihte Buchstaben gebildeten Worte gelesen werden können. Auf so

gedruckten Blättern erscheint die Schrift natürlich nur einseitig, und es ergibt sich hieraus schon, daß die Anordnung der einzelnen Blätter entweder so gewählt werden kann, daß je zwei auf einander folgende zusammengeleimt werden, und dann ein solches Doppelblatt rechts und links Reliefschrift enthält, oder daß die Blätter einzeln auf einander folgen und dann jedes Mal nur die rechte Seite gelesen wird. Der Umstand, daß das Papier an und für sich schon stark gewählt werden muß, damit die Reliefform steht, und daß diese Form noch über die Ebene hervorragt, gibt den für Blinde gedruckten Büchern im Vergleich mit den auf gewöhnliche Art gedruckten eine übergroße Stärke und es wird gewöhnlich, um die hervorragenden Schriftformen auszugleichen, am Rücken des Buches zwischen je zwei Blättern ein Streifen starken Papieres oder schwacher Pappe angebracht.

Die Zeilen stehen wie bei gewöhnlichem Drucke parallel unter einander, von der linken nach der rechten Hand laufend, nur in den Drucken von Frere laufen die Zeilen abwechselnd von der linken nach der rechten und von der rechten nach der linken Hand, um das leere Zurückführen der Finger nach Beendung einer Zeile zu vermeiden.

Die Typen sind theils mit hervorragenden Spitzen versehene Stäbchen, durch welche das Papier durchstochen wird (die früher mehr als jetzt gebräuchlichen Stachelbuchstaben), theils ähnlich wie gewöhnlich hergestellte Typen, die das entsprechend angefeuchtete Papier beim Drucken in eine nachgebende und elastische Gegenlage einpressen.

Bei Auswahl der Typenformen ist man bezüglich der Größendimensionen in weit engere Grenzen eingeengt, als bei den für das Auge gedruckten; eine zuweit getriebene Kleinheit erschwert das sichere Erkennen und Unterscheiden außerordentlich, während eine zu große Ausdehnung des Raumes für den einzelnen Buchstaben und das einzelne Zeichen das schnelle Erkennen erschwert und das Volumen des Druckes überaus vergrößert. Die Formen selbst können auch den verschiedenen Alphabeten für den gewöhnlichen Buchdruck nicht nachgebildet werden, da bei denselben nicht nur mancher Zug vorhanden ist, welcher als ganz unnöthig erscheint, und daher mit einem unnützen Aufwande an Kraft erhaben geprägt werden würde, sondern auch die einzelnen Formen sich bei einigen Buchstaben nicht prägnant genug von einander unterscheiden. Es befinden sich daher eine größere

Anzahl von Alphabeten im Gebrauche, die größtentheils in den verschiedenen Blindeninstituten entstanden, auf welche früher die Herstellung solcher Drucke eingeschränkt war, während gegenwärtig auch, und namentlich in Amerika und England, eine größere Anzahl für Blinde gedruckte Werke auf dem Wege des Buchhandels zu erhalten sind. Mehrere dieser Alphabete schließen sich an die lateinischen Druckschriften an, einige sind aus eigens zu diesem Zwecke kombinirten einfachen Zeichen für die Buchstaben, Doppelbuchstaben (namentlich in der englischen Sprache) und Ziffern gebildet, da es für den Blindgeborenen gleich ist, welche Form der Buchstaben er lernt, und in diesem Falle daher die einfachste Kombination einzelner Formenelemente den Vorzug verdient, während andererseits für den Blindgewordenen Alphabete den Vorzug verdienen, die sich an die für den Buchdruck eingeführten anschließen und dann zugleich den Vortheil der leichteren Lesbarkeit für die Sehenden darbieten. Professor W. Lachmann theilt die zur Zeit bekannt gewordenen Alphabete in seinen vortrefflichen Abhandlungen im Journal für die Buchdruckerkunst 1845, S. 33 ꝛc. und 1853, S. 235 ꝛc. mit, welche im Folgenden zusammengestellt sind. Dabei ist unter a die Stärke des Schriftkegels, unter b die Breite, welche die 25 neben einander gestellten Lettern des Alphabetes einnehmen, und unter c die Anzahl von Lettern, welche zusammen den Raum einer mittleren Folioseite oder 60 Quadratzoll füllen, angegeben; wo zwei Angaben der letzteren Größen vorkommen, bezieht sich die obere auf Versalien, die untere auf gemeine Buchstaben, die Dimensionen a und b sind aber in Pariser Linien bestimmt.

A. Preßbuchstaben (im Wesentlichen der Größe nach geordnet).

1) Die Amsterdamer Lettern, 1816 von Verboom eingeführt; kleine gerundete lateinische Buchstaben; die Versalien sind römische Kapitalen;

$$a = 6\tfrac{1}{2}''' \qquad b = \begin{cases}135''' \\ 76'''\end{cases} \qquad c = \begin{cases}300 \\ 480.\end{cases}$$

2) Die Züricher Lettern, 1842 von Schiebel eingeführt, wie vorher;

$$a = 6\tfrac{1}{2}''' \qquad b = \begin{cases}142''' \\ 78'''\end{cases} \qquad c = \begin{cases}240 \\ 480.\end{cases}$$

3) Die Freiburger Lettern, 1840 von Müller zu Freiburg im Breisgau eingeführt, ebenso;

$a = 5\frac{1}{2}'''$ $b = \begin{cases} 98''' \\ 70''' \end{cases}$ $c = \begin{cases} 360 \\ 480. \end{cases}$

4) Die Wiener Lettern, 1841 von Klein eingeführt, ebenso;

$a = 6'''$ $b = \begin{cases} 99''' \\ 69''' \end{cases}$ $c = \begin{cases} 360 \\ 480. \end{cases}$

5) Die Braunschweigischen Lettern, 1830 und 1833 von Lachmann eingeführt, wie vorher;

$a = 6'''$ $b = \begin{cases} 100''' \\ 64''' \end{cases}$ $c = \begin{cases} 360 \\ 600. \end{cases}$

6) Die Pesther Lettern, 1838 von Dolelazek eingeführt, wie vorher;

$a = 5\frac{1}{7}'''$ $b = \begin{cases} 99''' \\ 62''' \end{cases}$ $c = \begin{cases} 420 \\ 660. \end{cases}$

7) Die Pariser Lettern, 1785 von Hauy hergestellt, später von Guillié und Pignier verbessert, kleine lateinische Lettern, von den französischen Druckern ronde genannt; die Versalien sind römische Kapitalen, ein wenig größer als die kleinen Buchstaben;

$a = 3\frac{1}{2}'''$ $b = \begin{cases} 84''' \\ 60''' \end{cases}$ $c = \begin{cases} 420 \\ 720. \end{cases}$

8) Die Lettern der London Society, 1849 von Taylor eingeführt, rundliche lateinische Buchstaben, mehrere in altmodischer Druckform, die Versalien sind römische Kapitalen;

$a = 5'''$ $b = \begin{cases} 76''' \\ 60''' \end{cases}$ $c = \begin{cases} 420 \\ 720. \end{cases}$

9) Die Braunschweigischen Lettern, 1847 von Lachmann den Pennsylvanischen Lettern von Friedländer nachgebildet, scharfe römische Kapitalen in zwei Größen, jedoch nicht so scharf als die Originalschrift;

$a = 4'''$ $b = \begin{cases} 75''' \\ 64''' \end{cases}$ $c = \begin{cases} 720 \\ 840. \end{cases}$

10) Die Berliner Lettern, 1846 von Zeune angegeben, den Bostoner nachgebildete eckige und rundliche kleinlateinische Buchstaben, die Versalien römische Kapitalen;

$a = 4\frac{3}{4}'''$ $b = \begin{cases} 77''' \\ 50''' \end{cases}$ $c = \begin{cases} 300 \\ 900. \end{cases}$

11) Die Lettern der Londoner Bibelgesellschaft, 1847 von Watts ausgeführt, welche römische Kapitalen in zwei Größen;

$a = 4'''$ $b = \begin{cases} 75''' \\ 50''' \end{cases}$ $c = \begin{cases} 720 \\ 1080. \end{cases}$

12) Die Bostoner Lettern, von Howe 1833 hergestellt, kleine, eckige, lateinische Lettern, unter denen einige Formen den großen Buchstaben sich annähern, in verschiedener Größe, als große und kleine Buchstaben verwendet;

$a = 3\frac{1}{2}'''$ $b = \begin{cases} 67''' \\ 50''' \end{cases}$ $c = \begin{cases} 540 \\ 1080. \end{cases}$

13) Die Glasgower Lettern, 1847 von Alston eingeführt, den Pennsylvanischen Lettern von Friedländer nachgebildete römische Kapitalen in zwei Größen, nicht so scharf als die Originalschrift;

$a = 3'''$ $b = \begin{cases} 63''' \\ 60''' \end{cases}$ $c = \begin{cases} 960 \\ 1080 \end{cases}$

14) Die Pennsylvanischen oder Philadelphia-Lettern, 1833 von Friedländer in Philadelphia hergestellt, scharfe römische Kapitalen, sogenannte Lapidarschrift, in zwei verschiedenen Größen für die großen und kleinen Buchstaben,

$a = 3\frac{3}{4}'''$ $b = 60'''$ $c = 1080.$

B. Preß-Chiffern.

15) Die Braunschweigische quadratische Punktschrift, 1830 von Lachmann in hölzernen Buchstabenpunzen eingeführt; jede Type besteht aus einem Quadrat, in dessen Mitte sich ein Stern befindet, um welchen an 8 Orten, welche durch die Eckpunkte und Seitenmittelpunkte der Quadrate angegeben werden, ein oder mehr erhabene Punkte sich vertheilt befinden,

$a = 6'''$ $b = 150'''$ $c = 240.$

16) Die geometrische Blindenschrift von Lachmann, welcher 6 einfache geometrische Formen zu Grunde liegen, nämlich eine halbe Ellipse, ein gerader Strich mit Kreuz an einem Endpunkte oder an beiden Endpunkten, ein rechter Winkel, zwei rechte Winkel (oder ⊤ Form), ein durch eine Linie halbirter Winkel und endlich das Wurzelzeichen. Die verschiedenen Stellungen dieser Elementarformen gegen die Richtungslinien der Zeilen machen es möglich, eine mehr als erforderliche Anzahl von Zeichen aus denselben zu bilden.

$a = 6'''$ $b = 150'''$ $c = 240.$

17) Die Moon'sche Schrift, im Blindenasyle in Brighton eingeführt, besteht aus 10 Elementen, nämlich einem großen und einem

kleinen Kreise, einem Halbkreis, einem bförmigen Haken in 2 Größen, einem rechten und einem stumpfen Winkel, einer geraden Linie, einer Sförmigen Linie und einem Doppelpunkte,

a = 6‴ b = 125‴ c = 300.

18) Die Schrift von Hughes in London etwa 1843 aus einem Stern und einem Punkte in mannichfaltigen willkürlichen Stellungen gebildet,

a = 6‴ b = 103‴ c = 360.

19) Die Schrift von Frere in London, 1847 aus einigen römischen Versalien und 6 Zeichen (Strich, ganzer Kreis, halber Kreis, rechter Winkel, spitzer Winkel, Haken) zusammengesetzt und mit den Tonbedeutungen des phonetischen Systemes belegt,

a = 4‴ b = 100‴ c = 360.

20) Die Schrift von Lucas in Bristol, 1845, aus 6 Zeichen bestehend (Punkt, Kreis, Halbkreis in 2 Größen, kurzer und langer Strich), welche in verschiedener Art kombinirt werden und verschiedene Stellung erhalten.

a = 4‴ b = 103‴ c = 720.

C. Stachelbuchstaben.

21) Die in Wien von Klein 1806 eingeführten, in römischen Kapitalen ohne Versalien bestehend, übereinstimmend mit den in Berlin, Breslau, Braunschweig, München, Zürich angewendeten

a = 6‴ b = 100‴ c = 360.

D. Stachelchiffern.

22) Die von Barbier-Braille in Paris 1836 ausgeführten, von Dufeau im Blindeninstitute in Paris zum Drucke von Büchern verwendet. Es werden 1 bis 6 Punkte willkürlich in die Winkel und in die Mitte der langen Seiten eines kleinen Oblongums gestellt,

a = 5‴ b = 100‴ c = 360.

23) Die von Carton in Brügge veränderte vorhergehende Schrift, bei welcher die Punkte so gestellt sind, daß sie, so viel wie möglich, den lateinischen Buchstaben ähnliche Formen geben,

a = 6‴ b = 150‴ c = 240.

Vergleicht man den Raum, welchen der Blindendruck im Verhältniß zu gewöhnlichem Drucke einnimmt, so ergibt sich, daß die größten Reliefletttern 10 Mal, die kleinsten, durch welche die Grenze des überhaupt statthaften schon erreicht sein dürfte, $3^1/_3$ Mal so viel

Raum einnehmen als der gewöhnliche Druck mit mittleren lateinischen Lettern, wobei außerdem noch zu beachten bleibt, daß der Blindendruck nur einseitig Statt finden kann. Hieraus ergibt sich nothwendig die weit größere Kostspieligkeit der für Blinde gedruckten Bücher, und es ist gerade deshalb als ein wesentlicher Uebelstand zu betrachten, daß in den zum Druck verwendeten Alphabeten eine so große Verschiedenheit vorhanden ist, welche viele mit eigenthümlichen Alphabeten hergestellte Bücher auf den Kreis der Blinden beschränkt, welche die betreffenden Schriftzeichen sich zu eigen gemacht haben. Die mit dem Alphabet Nr. 12 gedruckte Bostoner Bibel umfaßt 2473 Seiten in 10 Bänden zu dem Preise von 26⅔ Thaler, die Lucas'sche Bibel (Nr. 20) 19 Bände zu 36 Thaler, die Frere'sche (Nr. 19) 15 Bände zu 30 Thaler.

Die Staatsdruckerei in Wien hat außer den bereits erwähnten auch Blindenschriften für alle Zeichen der morgenländischen Hauptsprachen, für Musiknoten, geometrische Zeichen, Ornamente u. s. w. ausführen lassen, um den Druck für Blinde in ähnlicher Art herstellen zu können, wie gewöhnlichen Druck.

Die Reliefkarten für Blinde sind nach dem Beispiel der Bauerkeller'schen Karten von Laas d'Agnen an dem Blindeninstitute in Paris wesentlich verbessert worden. Es werden nämlich nach seiner Herstellungsmethode die Mittagslinien und Parallelkreise durch feine Linien, die Landesgrenzen durch Punkte, die Flüsse durch halb so starke Punkte, die Gebirgszüge durch gebogene Linien, Meere und Seen durch leichte Striche in eine Kupferplatte eingravirt, die erforderlichen Namen aber nach dem dazu bestimmten Alphabete ebenfalls eingravirt. Die Kupferplatte wird nun mit einem genäßten Papierbogen bedeckt und hierauf mit 12—15 Moltonlagen durch eine Walzenpresse geführt, hierauf über den ersten Bogen ein zweiter genäßter Bogen ausgebreitet und das Durchwalzen von neuem vorgenommen, dieses Verfahren aber so lange fortgesetzt, bis die übereinanderliegenden Papierbogen einen Karton von der erforderlichen Stärke bilden. Die Platte wird übrigens so gravirt, daß in der fertigen Karte von dem Meere nach dem Lande zu eine Erhebung Statt findet, durch welche die Richtung der Wasserströmung dem Gefühle der Blinden deutlich wird.

Das Drucken hintereinanderfolgender Zahlen ist ohne Benutzung von Hülfsvorrichtungen ziemlich umständlich und zeitraubend,

da nach jedem Abzuge die betreffenden Ziffertypen zu verändern sind und durch eine genaue Revision dafür Sorge getragen werden muß, daß dies mit der erforderlichen Genauigkeit geschehen ist. — Für den Druck von Lotterielosen, Aktien, Coupons und Dividendenscheinen zu denselben und zu Staatspapieren sind daher Nummerirvorrichtungen angegeben worden, welche gewöhnlich für selbständigen Druck der Nummern nach Beendigung des übrigen Druckes eingerichtet sind.

Einen bei Brockhaus in Leipzig angewendeten Rahmen zu diesem Zwecke, durch welchen mit einer Stellung leicht die letzten Ziffern der aufzudruckenden Nummern verändert werden können, enthält abgebildet und beschrieben die Maschinenencyklopädie Bd. 2, S. 758. Der Rahmen enthält für jede Nummer ein um einen Zapfen drehbares Rädchen, auf welches die 10 Zifferformen parallel zur Achse vorstehend aufgegossen sind. Es liegt auf der Hand, daß der Nummersatz bei dieser Einrichtung nur jedes Mal nach dem zehenten Abzuge in einer oder mehreren Ziffern abzuändern ist, während zwischen jedem der zehen übrigen Abzüge nur eine Verstellung des Mechanismus im Rahmen vorgenommen wird.

Die Nummern-Druckpresse von F. G. Wagner jun. in Berlin ist vollkommener eingerichtet und gestattet leicht eine Veränderung des Mechanismus den verschiedenen Coupongrößen entsprechend. Die eigentlichen Nummerirapparate werden aus neben einander stehenden Rädchen gebildet, die sich um eine parallel zum Rahmen liegende Achse bewegen können und auf deren Stirnseite die in Stahl geschnittenen Ziffertypen eingesetzt werden; sie sind so mit einander und mit der Deckelbewegung verbunden, daß durch die letztere jedes Mal das Einerrädchen in allen Nummerirwerken auf die nächstfolgende Ziffer gestellt wird und nach je 10 Umdrehungen jedes Einerrädchen das Zehnerrädchen um eine Ziffer verschiebt, was auch von jedem der Zahlenordnung nach niedriger stehenden Rädchen bezüglich des nächst höheren erfolgt. Ueber den Nummerirapparaten befinden sich starke Deckplatten aus Messing, welche für die Nummern die erforderlichen Oeffnungen enthalten und außerdem noch die nöthigen Worte und Zeichen als Serie, Lit. u. s. w. anzubringen erlauben. Deckplatten und Nummerirapparate lassen sich der Höhe und Breite des Coupons entsprechend verstellen, und sollte in einem Falle die Höhe derselben kleiner sein als die Breite dieser Apparate, so ist an dem Deckel eine

Einrichtung angebracht, daß er in zwei von einander um eine ganz bestimmte Größe abweichenden Lagen auf die Nummerirform gelegt werden kann, so daß z. B. beim Druck von 16 Couponreihen bei dem ersten Auflegen die 1. 3. 5. 2c., bei dem zweiten Auflegen die 2. 4. 6. 2c. Reihe mit Nummern bedruckt wird. Beim Druck von Coupons zu Staatspapieren, wo wegen stattgehabter Auslosung einzelne Nummern ausspringen, läßt sich durch die erforderliche Bewegung des Nummerirwerkes, ohne daß ein Abdruck erfolgt, der Prozeß vollkommen sicher ausführen.

Die bei der englischen Bank gebräuchliche Banknoten-Nummerirmaschine, die von Bramah 1809 konstruirt wurde und im Journal für die Buchdruckerkunst 1835 S. 55 beschrieben und abgebildet ist, enthält bereits das den neueren Nummerirwerken zu Grund liegende Prinzip der sich regelmäßig verstellenden Zifferräder.

Es ist hier der beste Ort, um die Paginirungsvorrichtungen zu erwähnen, die dazu bestimmt sind, die einzelnen Blätter von Handlungsbüchern und dergleichen mit fortlaufenden Nummern zu versehen, die zum Theil auch so eingerichtet sind, daß mit denselben ein kurzer Text aufgedruckt werden kann, und die sich auch zum Aufdrucken fortlaufender Zahlen auf einzelne lose Blätter eignen. Eine solche Einrichtung von Harrild and Sons, welche 1851 sich auf der Londoner Ausstellung befand, zum gleichzeitigen Druck eines kurzen Textes bestimmt und mit selbstthätigem Schwärzapparat versehen, ist im Buchdrucker-Journal 1851 S. 195 in einer Skizze dargestellt. Die Druckbewegung erfolgt bei derselben durch Bewegung eines Hebels um einen rechten Winkel, bei welcher Bewegung die Schwärzwalze über den Text streicht und die Zifferverstellung erfolgt. Eine andere ebenfalls daselbst ausgestellt gewesene und später auch mehrfach in Deutschland angewendete Einrichtung von Waterlow and Son ist im Polytechnischen Centralblatt 1851 S. 1043 beschrieben. Auch hier ist das Prinzip des Bramahschen Nummerirwerkes benutzt, die Achse der Rädchen befindet sich am Ende eines auf- und niederschwingenden Rahmens, in welchem die Verstellung der Einerscheibe durch eine Federklinke bewirkt wird. Der Schwärzapparat besteht aus drei in einem oszillirenden Rahmen gelagerten Walzen, die sich berühren und die von der ersten Walze aufgenommene Schwärze an die dritte Vertheilungswalze übertragen. Beim Aufsteigen der Zahlenscheiben geht der

Schwärzapparat nieder und bewirkt das Auftragen der Farbe. Die zu paginirenden Blätter werden auf eine mit Kautschuk überzogene Unterlage gelegt und durch den Arbeiter umgewendet. Auch ist eine Einrichtung zum Aufdrucken doppelter Zahlensätze angebracht. Die ebendaselbst beschriebene Einrichtung von Schlesinger und Comp. ist von der vorhergehenden abweichend konstruirt und gestattet zugleich das Aufdrucken lauter gerader oder lauter ungerader Zahlen. Eine Zahlendruckmaschine von J. Kirner in Augsburg ist im Bayrischen Kunst- und Gewerbeblatte 1851 S. 349 beschrieben und abgebildet.

Mit den vorhergehenden Einrichtungen verwandt sind die Maschinen zum Drucken und Nummeriren der Eisenbahnfahrkarten (tickets). Diese aus starkem Karton bestehenden Karten werden, nachdem sie bereits in der erforderlichen Größe zugeschnitten sind, bei der von Edmonson konstruirten Druckmaschine (The practical Mechanic and Engineers Magazine, Glasgow 1847 p. 139.) in einem Blechrohre, dessen Querschnitt dem Formate der Billets entspricht, in größerer Menge übereinandergelegt, jedes Mal das unterste wird aus demselben (ähnlich wie bei den Typen der Setzmaschine) für jedes Spiel der Maschine vorwärts geschoben und bedruckt, wobei es das vorhergehende unter das Nummerirwerk und das zweitvorhergehende in ein Abführrohr schiebt, in welchem sich die fertiggedruckten Karten der Nummerfolge nach übereinander legen. Der Druck erfolgt hierbei nicht durch gewöhnliche Farbe, sondern durch Vermittelung eines geschwärzten Bandes (ähnlich wie bei dem Kopiren von Schriften vermittelst untergelegter geschwärzter Blätter) welches zwischen der Druckform und der Karte sich befindet und regelmäßig nach jedem Spiele ein wenig fortgerückt wird, um eine neue noch nicht gebrauchte Stelle das nächste Mal der Form darzubieten. — Eine andere Druckmaschine zu gleichem Zwecke von John Lewthwaite ist im Civil- Engineers- und Architect's-Journal 1853 Vol. XVI. S. 226 abgebildet und beschrieben. Bei dieser ist ein Schwärzwerk den Buchdruckmaschinen ähnlich angebracht. Die Maschine ist mit einem Mechanismus versehen, welcher die Bewegung hemmt, wenn eine Unregelmäßigkeit vorkommt, und ein Zeichen gibt, wenn eine bestimmte Anzahl von Karten gedruckt sind.

Es wird hier der Ort sein, auch der mechanischen Einrichtungen zum Aufdrucken von Stempeln Erwähnung zu thun. Abgesehen

von den gewöhnlichen Stempelpressen, den Siegelpressen ähnlich, hat die Datumpresse von Edmondson (an dem oben angegebenen Orte und im Polytechnischen Centralblatt 1847 S. 749 beschrieben und abgebildet) eine eigenthümliche Einrichtung. Sie dient nämlich zum Aufdrucken des Datums auf die bereits durch die frühere Maschine gedruckte und nummerirte Fahrkarte unmittelbar vor dem Ausgeben derselben. Der Datumstempel befindet sich in der Gegend des Knies an einem Kniehebel angebracht, und drückt sich auf die Fahrkarte auf, wenn dieselbe eingeschoben und dadurch das Knie so eingedrückt wird, daß sich der Hebel schließt. Die Uebertragung der Schwärze erfolgt auch hier durch das zwischen dem Stempel und der Karte befindliche geschwärzte Band, welches nach jedem Abdrucke etwas fortrückt. — Von besonderer Wichtigkeit ist in England wegen des daselbst eingeführten Zeitungsstempels die von Edwin and Ormond Hill konstruirte Stempeldruckmaschine, welche in Somerset House aufgestellt wurde und in the practical Mechanic's Journal 1854 Vol. VI. p. 2 abgebildet und beschrieben ist. Unter den schnell auf- und niederbewegten und jedes Mal geschwärzten Stempel wird durch einen Knaben ein Papierpacket gebracht, in welchem die einzelnen Bogen fächerartig auseinander geschoben sind, und nach jedem Schlage um die erforderliche Größe verschoben; ein zweiter Knabe bewirkt das Legen des Papieres; beide sind im Stande in der Stunde 4000 Bogen zu stempeln. Die Wichtigkeit der Anwendung einer solchen mechanischen Vorrichtung ergibt sich am besten aus dem Anführen, daß in Somerset House täglich für den Bedarf der Tagespresse 15 bis 20 Tonnen Papier zu stempeln sind.

Die Kombination der Typographie mit der Lithographie und Zinkographie hat zu mehreren Verfahrungsarten Veranlassung gegeben, welche zu verschiedenen Zwecken ausgeführt werden, und die hier noch kurz geschildert werden sollen.

Eine Verbindung des typographischen und lithographischen Prozesses in einem und demselben Preßerzeugnisse ist namentlich für in den Text eingedruckte Illustrationen oder zu dem Zwecke empfohlen und vorgenommen worden, um bei schematischen Uebersichten sich kreuzende Linien, welche die Lithographie vollendeter herzustellen vermag, mit gedrucktem Texte, der durch den typographischen Satz besser zu erzeugen ist, mit einander zu verbinden. Die Schwierigkeit des erforderlichen Rapportes wird aber hierbei wesentlich dadurch erhöht, daß bei dem

lithographischen Drucke ein mehr angefeuchtetes Papier erforderlich ist, als bei dem typographischen.

Diese Schwierigkeit wird gänzlich umgangen, wenn man das in der neueren Zeit mit dem Namen Lithotypie bezeichnete Verfahren anwendet, d. h. den frischgedruckten Bogen auf Stein überdruckt und die leergelassenen Stellen durch direkte Zeichnung oder ebenfalls durch Ueberdruck ausfüllt (vergl. Bd. IX. S. 429). Als Farbe beim Abziehen des Abdrucks empfehlen Gebrüder Aloys und C. A. Schilling 11 Theile feinste Kunstschwärze, 3 Theile stark gesottenen Leinölfirniß und 4 Theile Talg, fein auf einem Farbsteine abgerieben; das Papier wird entsprechend vorbereitet, indem man zu in gewöhnlicher Art gekochtem Stärkemehl die Hälfte des Stärkemehlgewichtes an fein pulverisirtem Gummigutt zusetzt, und diese Mischung mittelst eines Schwammes auf geleimtes Maschinenvelinpapier aufträgt. Das getrocknete Papier wird satinirt und sorgfältig vor Fettflecken bewahrt; vor dem Abzug wird das Papier etwas gefeuchtet und auf der Form mit einigen Bogen glatten Schreibpapiers hinterlegt, um das zu tiefe Einpressen der Typen zu verhindern. Das auf den Stein gelegte Papier wird mit einigen Bogen gefeuchteten ungeleimten Papiers überdeckt und nach Befinden mehrmals durch die Presse gezogen. Wegen der ferneren Behandlung des Steines verweisen wir auf den bereits angeführten Bd. IX. des Hauptwerkes. Die Lithotypie ist zum Nachdrucken einzelner Bogen für inkomplet gewordene Werke empfohlen und der Vorzug größerer Billigkeit im Vergleich mit dem Kostenaufwande bei wiedererneutem Satze und typographischen Abdrucke dabei hervorgehoben worden; man hat auf den Vortheil der Anwendung derselben im Vergleich zur Stereotypie hingewiesen, da dieselbe die Möglichkeit gewährt, durch ein kompletes Exemplar einer Druckschrift ebenso die Vervielfältigung zu bewirken, wie durch die kostspieligen Stereotypenplatten, ebenso auch dieselbe zu Beschleunigung des Zeitungsdruckes (vor der Vervollkommung der Druckmaschinen) empfohlen, da man ohne großen Zeitaufenthalt von dem Zeitungssatze Kopien auf eine größere Anzahl von Steinen übertragen und von denselben dann gleichzeitig Abzüge machen kann, indessen ist von derselben verhältnißmäßig nur wenig Anwendung gemacht worden.

Schwieriger wird das Verfahren des Ueberdrucks bei Vervielfältigung von Druckbogen, bei denen die Schwärze schon längere Zeit

eingetrocknet ist und namentlich zu palingraphischen Zwecken, d. h. zur Vervielfältigung älterer Drucke. In dieser Richtung hat namentlich Dupont in Paris anerkennenswerthe Erfolge erreicht, doch sind dieselben durch den Anastatischen Druck, von Rudolph Appel aus Schlesien erfunden und 1845 von Faraday beschrieben, übertroffen worden. Bei diesem Verfahren erfolgt die Uebertragung der Druckschrift, eines Kupferstiches 2c. auf eine Metall- namentlich Zinkplatte, da sich Zink am besten hierzu eignet. Die Zinkplatte wird zuerst mit Schmirgel und Wasser polirt, mit Löschpapier abgewischt und dann trocken mit Schmirgel nachpolirt. Das zu kopirende Original wird mit verdünnter Salpetersäure (1 Säure mit 5 bis 6 Wasser) getränkt, was bei älteren Originalen durch längeres Liegen in dieser Flüssigkeit, bei erst vor kurzem hergestellten Drucksachen durch bloßes Befeuchten mittelst eines auf der Rückseite aufgelegten ungeleimten Bogens, der die Säure enthält, geschehen kann. Man legt auch ältere Drucksachen zuerst in eine Auflösung von Kali und dann in eine Auflösung von Weinsteinsäure, damit sich alle unbedruckten Stellen mit kleinen Krystallen von Weinstein durchdringen, welche die hierauf aufgewalzte Schwärze nicht annehmen, durch welche der alte Druck aufgefrischt wird. Der Weinstein wird hierauf weggewaschen und das Tränken mit Säure vorgenommen. Das getränkte Original wird nun auf die Zinkplatte aufgepreßt, wobei letztere an den Stellen, wo sich keine Schwärze befindet, geätzt wird, während zugleich eine Uebertragung der fetten Schwärze an den bedruckten Stellen Statt findet. Die Zinkplatte wird hierauf mit einer Auflösung von Gummi in verdünnter Phosphorsäure übergossen, welche die geätzten Stellen der Platte befeuchtet, von den fettigen Stellen dagegen abgestoßen wird; es kann daher nunmehr Einschwärzen und Abdrucken in gewöhnlicher Art erfolgen.

Als Grundlage, auf welche der Druck hervorgebracht werden soll, kann außer Papier und Pergament (vergl. Bd. III. S. 389) in einzelnen Fällen noch eine Anzahl anderer Stoffe dienen, z. B. außer dem für Luxusgegenstände häufig vorkommenden gewöhnlichen Karton (namentlich auch für Reliefdruck verwendet) Kreide- und Glanzkartons, matt, polirt und hochpolirt zu Visiten- und Empfehlungskarten, Halbsatin oder Sandpapier mit matter Oberfläche, eigentliches Glacépapier mit durch Stahlplatten geglänzter Oberfläche, welche letztere Arten

beim Buntdruck den höchsten Farbeneffekt geben; farbige Papiere, Leinwand für den Druck im Freien anzuschlagender Bekanntmachungen; sogar Wachsleinwand und in Schiefertafelmanier hergestellte Papiere, letztere zu dem Zweck der in den Schulen jetzt häufiger eingeführten Kartenzeichnungen, wobei die geographischen Linien bereits aufgedruckt sind.

Unter den besonderen Bereitungsarten von Papieren erwähnen wir noch die Leinwandpapiere von C. A. Wagner in Hannover und des antianastatischen Papiers von Appel. Ersteres besteht in Papier, welches mit einem eigenthümlich bereiteten Klebstoff auf Leinwand gezogen ist, die bereits durch Walzen gegangen und dadurch theils geglättet, theils in einen solchen Zustand gebracht ist, daß sie ihre Längendimensionen nicht leicht ändert. Dieses Leinwandpapier wird namentlich für Karten, Zeichnungen und dergleichen empfohlen, und eignet sich in dem Falle ganz besonders, wenn lithographischer Druck und Typendruck vereinigt werden soll, wegen der größeren Sicherheit des richtigen Rapportes.

Das antianastatische Papier von Glynn und Appel soll die Möglichkeit verhindern, von einem auf demselben hervorgebrachten Drucke einen Abdruck auf eine Zinkplatte zur Vervielfältigung zu machen, und empfiehlt sich daher namentlich bei solchen Werthpapieren, die durch solche Umdrucke zu Fälschungen gemißbraucht werden können. Es wird nämlich der Papierstoff mit einer Auflösung von salpetersaurem oder schwefelsaurem Kupfer gemischt, und dann phosphorsaures Natron zugesetzt, wodurch ein Kupferniederschlag gebildet wird; hierauf wird noch etwas ölige nicht trocknende Seife dazu gebracht. Das so hergestellte Papier überzieht sich mit einem Häutchen, welches beim Auflegen auf die Zinkplatte vermöge seines Kupfergehaltes keine unmittelbare Verbindung des Papiers mit dem Zink zuläßt und dadurch die Möglichkeit des Umdruckens verhindert. Auch gewöhnliches Papier kann ähnlich zubereitet werden, wenn man es mit einer Lösung von Kupfervitriol tränkt, hierauf trocknet, in eine Lösung von phosphorsaurem Natron taucht, sorgfältig in Wasser wäscht und in eine Seifenauflösung taucht.

V. Die verschiedenen Konstruktionen der Handpressen.

Nachdem die ältere hölzerne Schraubenpresse bis gegen Ende des vorigen Jahrhunderts fast in ihrer ursprünglichen Form beibehalten

worden war, hat der Fortschritt des Maschinenwesens auch hier Verbesserungen hervorgebracht, die sich theils auf zweckmäßige Umgestaltung des älteren Mechanismus unter Beibehaltung des ihm zu Grunde liegenden Prinzips, theils auf Anwendung zweckmäßigerer Kraftumgestaltungsmechanismen bezogen. Namentlich wurde Eisen zur Konstruktion der Pressen angewendet und dadurch die Nachgiebigkeit des Holzes, welches die mit voller Sicherheit erforderlichen Bewegungen schwer und mindestens nicht auf lange Dauer erreichen ließ, beseitigt; und statt der Schraube, bei welcher ein großer Theil der Kraft des Arbeiters zur Ueberwindung der passiven Widerstände verwendet werden mußte, wählte man andere Zwischenmechanismen, namentlich den gebogenen Keil und den Kniehebel, bei welchem letzteren man zuletzt um so mehr stehen geblieben ist, als er sich vermöge des Umstandes ganz vorzüglich für die Buchdruckerpresse eignet, daß er bei gleichbleibender Zugkraft des Arbeiters einen desto größeren Widerstand zu überwinden erlaubt, je mehr der Kniehebel in seine gestreckte Lage übergeht, der Widerstand beim Schlusse der Presse aber in der That desto größer und größer wird, je mehr sich der Tiegel der Form nähert.

Wir wollen im Nachfolgenden die verschiedenen Hauptkonstruktionen der Buchdruckerpressen nach den ihnen zu Grunde liegenden Kraftübertragungsprinzipien systematisch zusammenordnen, ohne dabei eine absolute Vollständigkeit zu beabsichtigen.

A. Buchdruckerpressen, bei denen der Druck direkt durch einen schweren Körper hervorgebracht wird.

Es wird hierbei eine Walze von großem Gewichte angewendet, welche über die auf einem Fundamente in horizontaler Lage stehende Form weggerollt wird, zur Seite angebrachte Schienen dienen ihr dabei zur Führung; ihre Wirkung, welche gewöhnlich sowohl bei der hingehenden als auch bei der zurückgehenden Bewegung Statt findet, erfolgt in jedem Momente in der Ausdehnung eines Streifens von geringer Breite, innerhalb dessen durch das Walzengewicht der Bogen auf die Form gepreßt wird, daher mit einer verhältnißmäßig großen Intensität.

1) Die Einrichtung Richard Watt's, 1820 in England patentirt (Hansard Typographia S. 662). Der Bogen nebst Deckel wird auf einem besonderen Karren aus- und eingefahren und steht etwa 1 Zoll über der Form; in dieser Höhe wird er durch Federn gehalten, welche

sich bei Einwirkung der Walze niederdrücken. Die Walze läßt sich durch Einschieben einer größeren oder geringeren Anzahl von Stäben in ihrem Gewichte verändern, sie wird durch einen Schnurlauf von einer Welle aus über die bedeckte Form vorwärts und zurückgerollt. Der Karren für Deckel und Bogen enthält zugleich das Farbwerk zum Einschwärzen der Form.

2) Die Eisenbahnpresse von J. G. Kößling und J. G. F. Leiderit in Leipzig (Journal für die Buchdruckerkunst 1847 S. 93). An der Form ist ein Rähmchen angebracht, welches beim Druck von Stereotypenplatten benutzt wird. Die Walze ist von Gußeisen und mit einem Polster versehen, welches durch Schienen befestigt ist, die zugleich die Punktirvorrichtung tragen. Der Bogen wird auf das Polster der Walze gelegt, durch eine Schiene festgehalten und mit der Hand an das Polster angedrückt, so daß er sich mit der Walze auf die Form aufrollt. Sowohl an dem einen als an dem anderen Ende der Walzenbahn findet ein Auflegen eines Bogens statt.

3) Thuvien's Plakatpresse, auf welche Firmin Didot frères in Paris ein Patent erhielten, der vorhergehenden ähnlich, für große Affichen von 8 Fuß Breite und 10 Fuß Höhe eingerichtet.

4) Die Fahnenabziehpresse von Hoe und Comp. in New-York bereits in Abschnitt II bei Gelegenheit der Korrekturabziehpressen geschildert (S. 141).

5) Die Walzenpresse von H. W. Martini in Wesel (in einer Skizze mitgetheilt im Journal für Buchdruckerkunst 1847 S. 254), ähnlich einer Kupferdruckerpresse. Der Karren ist wie gewöhnlich mit Deckel versehen und wird mit eingelegtem Bogen unter einer schweren Walze durchgezogen.

B. Pressen mit hydrostatischem Drucke.

6) Joseph Saxton schlug vor (Polyt. Centralblatt 1835 S. 927), eine Presse mit elastischem unter Anwendung von Kautschukplatten hergestellten Tiegel zu konstruiren, und die biegsame Tiegelfläche durch einfließendes und unter der erforderlichen Druckhöhe nach dem Gesetze des anatomischen Hebers wirkendes Wasser den Bogen auf die Form pressen zu lassen. Nach jedem Drucke ist das Wasser, welches den hohlen Raum des Tiegels füllt, abzulassen.

7) Die Druckmethode von J. Silbermann jun. (Dinglers Journal Bd. 141, S. 92) für Erd- und Himmelsgloben beruht auf

einem ähnlichen Prinzipe. Die abzudruckenden Gegenstände befinden sich hierbei auf hohlen Flächen und der zu bedruckende Stoff (Goldschlägerhaut, Kautschuk, Guttapercha u. dergl.) wird durch Einpressen einer Flüssigkeit (Luft oder Wasser) gegen dieselbe angedrückt.

C. Pressen mit einfachem und zusammengesetztem Hebel.

Pressen dieser Art mit einfachem Hebel gestatten nur einen verhältnißmäßig geringen Druck und werden daher bei Arbeiten von geringer Ausdehnung der Druckfläche, z. B. Etiketten u. s. w. angewendet, namentlich auch in größeren Fabriken, welche sich ihren Bedarf an Einhüllungsmaterial mit Fabrikzeichen und einzelnen gedruckten Nachweisungen selbst versehen wollen.

8) W. Badeloys Presse (Dinglers Journal Bd. 73, S. 107). An dem einen Ende des Fundamentes befindet sich das Gewinde für den Deckel, welcher hier zugleich den Tiegel vertritt; an dem anderen Ende des Fundamentes ist der Drehpunkt des Druckhebels angebracht, welcher sich bei geschlossener Presse auf eine an dem Ende des Deckels angebrachte Erhöhung auflegt, und so den auf der anderen Seite in seinem Gewinde gehaltenen Deckel auf die Form preßt.

9) Hoe und Comp. in New-York (Buchdrucker-Journal 1852 S. 233) geben der Presse die Anordnung gewöhnlicher eiserner Pressen im verjüngten Maßstabe. Ueber dem durch Federn gehobenen Tiegel hat das Gestell einen starken Bügel, welcher für den oberhalb liegenden Druckhebel den Drehpunkt hat; letzterer wirkt durch einen Verbindungsstab auf den Mittelpunkt des Tiegels.

10) Bei der Presse von Ruggle in Philadelphia (Buchdrucker-Journal 1836 S. 43) liegt der Druckhebel unter dem Fundamente und ist durch eine Hakenstange mit einem über dem Tiegel liegenden Hebel verbunden, welcher auf den Mittelpunkt des Tiegels wirkt.

11) Die Fahnenabziehpresse von Harrild and Sons in London ist bereits im Abschnitte II erwähnt (S. 142).

12) Die Juvaviapresse von P. Kaltenleitner in Salzburg (Buchdrucker-Journal 1850 S. 289), in größeren Dimensionen ausgeführt, hat einen zur Seite des Preßtisches liegenden Hebel, der durch eine Zugstange mit einem anderen unter dem Tische liegenden verbunden ist. Das Ende des letzteren umfaßt mit einem zurückschlagenden Bügel das Ende des Tiegels, welcher mit dem

anderen Ende um eine Achse drehbar und mit einem Gegengewichte versehen ist.

13) Die **tragbare Presse** von **C. Clark** in Totham (Dinglers Journal Bd. 31, S. 343) ist aus Holz konstruirt. Ueber dem an dem einen Ende drehbaren Tiegel liegt ein Querstück, welches durch ein paar Seile mit der unter dem Fundamente liegenden Welle verbunden wird. Durch eine Drehung der Welle mit einem eingesteckten Hebelarm wird der Deckel gegen das Fundament gepreßt.

14) Die bereits in Abschnitt II erwähnte Fahnenabziehpresse von B. **Derniame** in Paris (S. 142) ist an dieser Stelle anzuführen.

15) Die **schottische** oder **Tafel-Presse** von John **Ruthven** zu Edinburgh 1813 konstruirt, hat ein unbewegliches Fundament; der Tiegel ist mit einem Wagen versehen und wird über dasselbe oder von demselben weggefahren. In der Stellung über dem Fundamente tritt der über dem Tiegel befindliche Oberbalken mit zwei Zugstangen, welche von unter dem Fundamente liegenden Hebeln ausgehen, in Verbindung; diese Hebel werden durch eine unterhalb angebrachte Zugstange niedergezogen, welche mit der Bengelwelle verbunden ist. Der Bengel bewegt sich neben der Presse in einer vertikalen Ebene. Eine ausführliche Abbildung enthält die Maschinenencyklopädie Bd. 2, S. 742. Die Presse hat eine überaus geringe Höhe.

16) Die **Kolumbiapresse**, 1817 von George Clymer in Philadelphia erfunden und seit 1818 von dem Erfinder auch in England gebaut, hat eine zusammengesetzte Hebelverbindung, welche in ihrer Wirkung dem Kniehebel analog ist und welche eine außerordentliche Kraftsteigerung bewirkt; theils dieser Umstand, und die Möglichkeit mit derselben sehr große Formate ohne übermäßige Kraftanstrengung zu drucken, theils die große Solidität derselben und die Sicherheit aller einzelnen Bewegungen läßt diese Presse als epochemachend in der Geschichte des Pressenbaues und als die wichtigste Konstruktion nach der Stanhope-Presse erscheinen. Die Presse wurde 1822 in Berlin eingeführt und auch in Deutschland mehrfach und zum Theil mit Verbesserungen nachgebaut. Dem Erfinder wurde von dem Kaiser von Rußland ein Ehrengeschenk von 6000 Rubel bewilligt. Der Hauptmechanismus derselben ist Bd. III. S. 399 beschrieben und abgebildet (vergl. auch Maschinenencyklopädie Bd. II. S. 734; Ueber die Patentkolumbiapresse, Braunschweig 1828; sowie Buchdrucker-Journal 1834 Nr. 5).

17) Die von Ransome und May in Ipswich gebaute Legetts-Queen-Presse hat im Wesentlichen die Hebelverbindung der Kolumbiapresse, doch ist die Anordnung derselben und die Form des Pressengestelles verändert (vergl. Journal f. d. Buchdruckerkunst 1851 S. 187).

D. Keilpressen.

18) Barclays Presse mit einem Keile, welcher sich parallel zu seiner Mittellinie vorwärts bewegt, vergl. Bd. III. S. 399 und Fig. 22 Taf. 47 des Hauptwerkes, ist wohl nur Idee geblieben.

Die übrigen Keilpressen beruhen auf der Anwendung eines um einen Zylinder gewundenen Keiles, welcher auch als ein Stück eines Schraubenganges angesehen werden kann. Die Idee dieser Pressen ist daher größtentheils aus der älteren Schraubenpresse durch Veränderungen derselben hervorgegangen. Hierher gehören:

19) Roworths Presse mit zwei auf dem Tiegel angebrachten schiefen Flächen, gegen welche zwei an einer darüber stehenden und gedrehten Welle radial vorstehende Zähne wirken (Bd. III S. 397 und Fig. 26 Taf. 47).

20) Die Presse von Cogger und Comp. erscheint als der Hauptrepräsentant der hier zu erwähnenden Einrichtungen; sie wurde in Deutschland mit einigen Modifikationen von Ch. Hoffmann in Leipzig von 1826 an ausgeführt. Die ursprüngliche Einrichtung der Cogger'schen Presse wird sich am einfachsten in den Unterschieden angeben lassen, welche gegen die Hoffmann'sche Presse Statt finden.

Die Hoffmann'sche Presse ist in ihrem zum Drucke dienenden Hauptmechanismus in Fig. 2—6 auf Taf. 43 dargestellt. Fig. 2 ist ein Vertikaldurchschnitt des Tiegels G und des oberen eisernen Querbalkens E, der durch schmiedeiserne Bolzen mit dem unteren Querbalken verbunden ist, sowie der zwischen G und E liegenden Theile in $1/_6$ der natürlichen Größe; Fig. 3 zeigt den Tiegel in oberer Ansicht an beiden Seiten abgeschnitten; Fig. 6 ist die obere Ansicht des Druckmechanismus in $1/_{12}$ der natürlichen Größe; dabei ist der obere Querbalken weggelassen, bei BB sind die schmiedeisernen Säulen durchschnitten, welche den oberen Querbalken mit dem unteren verbinden, und bei G sieht man den Tiegel.

Der unten abgehobelte gußeiserne Tiegel G wird durch die beiden Stäbe HH getragen; diese gehen durch entsprechende Oeffnungen des Oberbalkens und ruhen mit ihren oberen Enden auf den kürzeren

Armen von Hebeln, deren längere Arme durch, auf den verlängerten Säulen BB ruhende, Gegengewichte niedergedrückt werden, so daß diese Gegengewichte den etwa 2 Zentner schweren Tiegel mit etwa 40—50 Pfund Kraftüberschuß heben. Die gußeiserne Platte oder Brücke C (Fig. 6) liegt zwischen Tiegel und Oberbalken, über die schmiedeisernen Säulen BB geschoben und an denselben befestigt, und dient theils zur Parallelführung des Tiegelhebzeuges, theils zur Unterstützung des Druckhebels. Letzterer ist ein Winkelhebel NO, welcher bei N mit der Bengelscheide versehen ist, bei R seinen Drehpunkt hat und am Endpunkte des kürzeren Armes O durch die Zugstange P mit der Zahnscheibe Q verbunden ist. Die Zahnscheibe Q ist in Fig. 2 durchschnitten, in Fig. 4 von der unteren Seite angesehen, dargestellt; sie trägt unterhalb einander diametral gegenüberliegend die gehärteten Stahlzähne aa, deren Form in natürlicher Größe Fig. 5 zeigt. Die Zähne stehen in der auf dem Tiegel mit 2 Versatzstiften befestigten messingenen Büchse S, bei welcher die äußere röhrenförmige Umfassungswand und die innere röhrenförmige Wand C einen ringförmigen Raum einschließen, in welchem sich einander gegenüberstehend die gewundenen Keile oder schiefen Flächen bb befinden, die ebenfalls aus gehärtetem Stahle bestehen, und ein Stück einer zweigängigen Schraube bilden. Bewegen sich an diesen Stücken b die Zähne a bei einer Drehung der Zahnscheibe hin, so drücken sie dieselben und dadurch den Tiegel nieder.

Die Zahnscheibe ist mit der stehenden Welle T verbunden, welche mit ihrem unteren Zapfen in der durch c gebildeten Führung läuft, oberhalb aber in einer Höhlung des Oberbalkens E ihre Führung findet. Sie ist an ihrem oberen Ende vertieft ausgebohrt und stemmt sich hier gegen den unterhalb an dem Zylinder U angebrachten Zapfen; der Zylinder U wird von dem federnden Träger d gehalten und stemmt sich oben gegen den Keil V, der oberhalb eine Oelzuführung hat, über U durchbohrt ist und daher das Oel nach U gelangen läßt, von wo dasselbe durch den in U angebrachten Oelgang nach der Berührungsfläche von T und U gelangt, wo die drehende Bewegung Statt findet. Durch den Keil, der sich oben gegen den in der Mitte deshalb wesentlich verstärkten Oberbalken stemmt, kann, je nachdem er mehr oder weniger weit hereingeschoben wird, ein schärferer oder weniger scharfer Druck erzeugt werden; die Stellung desselben erfolgt aber durch eine Schraube f, welche in dem an den Oberbalken

geschraubten Bügel e ihre Mutter hat und gegen den Rücken des Keiles wirkt; der Rückgang des Keiles wird durch eine Feder bewirkt, die an dem Oberbalken angeschraubt ist und bei g auf den Keil drückt, hier aber nicht mit gezeichnet wurde.

Aus der Verbindung der Hebel ergibt sich übrigens, daß bei dem auf N ausgeübten Zuge eine desto größere Kraft auf die Zahnscheibe Q übertragen wird, je mehr gegen Ende des Zuges die Richtung von P der von O sich nähert; zugleich ist aber auch ersichtlich, daß eine vollkommene Gleichheit der beiden gewundenen Keile bb und der beiden Zähne aa Statt finden muß, wenn eine zu sich selbst parallele Bewegung des Tiegels erfolgen soll, und daß letztere durch einseitige Abnutzung gestört wird.

Bei der Coggerschen Originalpresse finden gegen den hier beschriebenen Mechanismus die Abweichungen Statt, daß der Tiegel nicht durch Gegengewichte, sondern durch zwei an den Stangen HH wirkende und auf dem Oberbalken angebrachte Spiralfedern gehoben, und daß die Stellung des mehr oder weniger scharfen Druckes durch eine von oben in den Oberbalken gehende Schraube und nicht wie hier durch Stellschraube und Keil hervorgebracht wird. (Buchdrucker-Journal 1834, S. 61).

22) Die von C. A. Klindworth in Hannover der Coggerschen nachgebaute Presse enthält auf dem vom Drucker abgewendeten Theile der Brücke C einen zweiarmigen Hebel, dessen eines Ende mit der Zugstange P, dessen anderes Ende aber durch eine Stange mit der Zahnscheibe Q verbunden ist, weshalb auch die Verlängerung dieser Zahnscheibe nach der entgegengesetzten Seite als hier gerichtet ist. Durch die Anordnung der Hebelverhältnisse wird dabei ein sanfteres Anwachsen des Druckes erzielt. Statt der beiden Federn zum Heben des Tiegels ist eine einzige aus mehreren Platten bestehende angewendet.

Die Coggersche Presse hat nebst den ihr nachgebauten deutschen Pressen den Vorzug eines niedrigen und verhältnißmäßig leichten Baues; man macht ihr einen harten Zug zum Vorwurfe, der indeß durch entsprechende Abänderung in dem Verlaufe der Ansteigung der schraubengangförmigen Flächen bb vermindert werden kann. Durch eine solide Parallelführung des Tiegels ist ferner dafür zu sorgen, daß der Tiegel nicht etwas an der drehenden Bewegung der Zahnscheibe Antheil nimmt, was natürlich einen unsauberen breiter oder dublirt werdenden Abdruck zur Folge haben würde.

E. Schraubenpressen.

23) Die ältere hölzerne Schraubenpresse ist im Hauptwerke Bd. III. S. 354, Maschinenencyklopädie Bd. II. S. 754, Johnsons Typographia Vol. 2, p. 504 und Hansards Typographia S. 500 ausführlich beschrieben; die Unvollkommenheiten derselben sind an ersterem Orte S. 389 geschildert, die an derselben angebrachten Verbesserungen sind folgende:

24) Die Kopenhagener Presse mit einer nach oben zylindrisch verlängerten Spindel; der zylindrische Theil der Spindel erhält in dem Oberbalken der Presse eine Führung, und es wird dadurch einer Abweichung der Spindel von der regelmäßigen Umdrehungsachse vorgebeugt.

25) Die Presse von Haas in Basel, vom Jahre 1772, ist als die erste eiserne Presse zu bezeichnen; an der Spindel ist ein Balancier mit Schwungkugeln angebracht, und es war möglich, das größte Format mit einem Zuge abzudrucken (vergl. S. W. L. Kircher's Anweisung für Drucker, Braunschweig 1792).

26) Die französische Apollopresse mit eisernem Tiegel, messingenem Fundamente und mit einem zur Seite der Presse liegenden in vertikaler Ebene schwingenden Druckhebel, welcher durch Zugstangen und Hebel mit der Schraube verbunden war.

27) Die von Georg Jöntzen in Bremen 1822 für Buch- und Steindruck eingerichtete Presse mit gußeisernem Tiegel und Fundament, welches letztere auf drei Bahnen läuft und durch zwei Zahnstangen mittelst Getrieben von einer Kurbelwelle aus in Bewegung gesetzt wurde. (Buchdrucker-Journal 1836 S. 71.)

Die Presse von Bernard in Montbrison (Buchdrucker-Journal 1855 S. 203) hat ein eisernes Gestell, einen mit der Schraube direkt verbundenen Druckhebel, einen an den zur Seite befindlichen Säulen gleitenden Querbalken zur Parallelführung des Tiegels und eine Aequilibrirung des Tiegels durch ein unterhalb befindliches und durch Zugstangen auf den Tiegel wirkendes Gewicht.

29) Die Stanhope-Presse, deren erstes Exemplar 1800 unter dem Namen der Shakespeare-Presse bei Bullmer zu London in Wirksamkeit kam, ist in ihrer Wichtigkeit und Einrichtung geschildert Bd. III. S. 391, Maschinenencyklopädie Bd. II. S. 722, Journal für die Buchdruckerkunst 1834 S. 10. Als wesentliche Veränderungen derselben sind anzuführen:

30) Die Presse von Peter Keir, bei welcher der bei der ursprünglichen Einrichtung vorkommende Uebelstand beseitigt ist, daß die mit dem Hebelarme des Spindelkopfes verbundene Zugstange wegen des Auf- und Niedersteigens dieses Kopfes eine Bewegung in horizontaler und vertikaler Ebene erhält. Die Spindel ist bei Keir fest mit dem Tiegel verbunden und die Zugstange bewegt eine Schraubenmutter, welche in den Oberbalken so eingelassen ist, daß sie sich der Höhe nach nicht verschieben kann, und daher bei einer Drehung die Spindel zum Auf- oder Niedersteigen nöthigt.

31) Bei der von J. Nicholson (the operative mechanic 1834 p. 296) beschriebenen Presse ruht der Karren mittelst Federn auf Laufrollen; das Fundament steht daher nach dem Einfahren ein wenig über den unteren Widerlagern und legt sich erst bei beginnendem Drucke auf dieselben auf.

32) W. Hope's Presse mit Anwendung noch eines Winkelhebels, Verminderung der Schraubengänge der Spindel und einer ähnlichen Einrichtung, wie bei der Presse von Keir (Bd. III. S. 396).

33) Stieber und Groß in Stuttgart (Journal für die Buchdruckerkunst 1836 S. 22) ersetzen das aus dem Ganzen gegossene Gestell der Stanhopepresse durch ein aus einzelnen mit schmiedeisernen Schraubenbolzen verbundenen Theilen bestehendes, und beseitigen dadurch eine der wesentlichen Unvollkommenheiten derselben, nämlich die sehr kostspieligen Reparaturen bei etwa eingetretenem Bruche, unter gleichzeitiger Erhöhung der Widerstandsfähigkeit. Außerdem ist die Tiegelführung verbessert.

F. Kniehebelpressen.

Wenn zwei Stäbe in Form der Schenkel eines stumpfen Winkels an dem einen Ende mit einander verbunden sind, so treten die anderen Endpunkte derselben desto weiter auseinander, je mehr sich diese Stäbe in ihrer gegenseitigen Lage einem Winkel von 180° nähern. Eine solche Verbindung wird mit dem Namen des Kniehebels bezeichnet und es eignet sich dieselbe zu Erzeugung eines allmählig sich steigernden Druckes in dem Fall, wenn der Druckpunkt überhaupt nur einen geringen Weg zu durchlaufen hat, was z. B. bei den Münzpressen und den Buchdruckerpressen der Fall ist; auf erstere ist der Kniehebel durch Uhlhorn angewendet worden; die verschiedenen Bestrebungen den Kniehebel für letztere nutzbar zu machen, werden im

Nachfolgenden angegeben werden. Eine ausführliche Betrachtung über die mechanischen Verhältnisse der Kniehebel von Schubarth und Egen befindet sich in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1823 S. 54.

34) Eine der einfachsten Formen zeigt der Kniehebel in der tragbaren Presse aus Aberdeen auf (Dinglers Journal Bd. 58 S. 131). Der obere Schenkel des Kniees ist zugleich der eine Arm eines Winkelhebels, welcher am Oberbalken seine Drehachse hat und dessen anderer längerer Arm die Druckstange bildet.

35) Clymers Kniehebelpresse (Bd. III. des Hauptwerks S. 403) verbindet das Knie mit einer Zugstange und läßt auf letztere einen Winkelhebel wirken, dessen einer Arm als Bengel dient; doch ist der ganze Mechanismus in einer für den Gebrauch wenig bequemen Art angebracht.

36) Daniel Treadwell's im Jahr 1820 patentirte Presse verbindet den unteren Schenkel des Kniees in seinem Stützpunkte mit einem Tritthebel und läßt den oberen Endpunkt des anderen Schenkels auf den längeren Hebelarm eines horizontal liegenden Hebels wirken, dessen kurzer Arm den Tiegel niederdrückt (Maschinenencyklopädie Bd. 2 S. 744).

37) Bei Koch's Presse (Buchdrucker-Journal 1835 S. 54) liegt der Kniehebel unter dem Fundamente und wirkt auf einen unteren Querbalken, welcher durch eiserne Verbindungsstangen, die an dem Pressengestell in Führungen gehen, mit dem an dem Tiegel befestigten Oberbalken verbunden ist.

38) Die 1819 von Wells in Hartford oder von Smith in New-York erfundene und durch Vermittlung des Buchdruckereibesitzers Hagar von dem Maschinenfabrikanten Dingler in Zweibrücken nach Deutschland übergeführte Kniehebelpresse, welche in Deutschland daher gewöhnlich den Namen der Hagarpresse führt, hat sich zuerst unter den Kniehebelpressen einer günstigen Aufnahme zu erfreuen gehabt. Die ursprüngliche Einrichtung dieser Presse findet sich in den Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1823, S. 60 beschrieben; bei derselben ist das Verhältniß der von dem Arbeiter übertragenen Kraft zu dem auf dem Tiegel übertragenen Drucke beim Beginn des Zuges 1 : 20 und bei Beendung des Zuges 1 : 763, ohne Rücksichtnahme auf die hier gegen andere Pressen wesentlich verminderten Reibungswiderstände.

39) Die Hagarpresse, wie sie von Dingler in Zweibrücken gebaut wurde, ist auf Taf. 43 in Fig. 7 in der Endansicht mit durchschnittenen Laufschienen und Karren, in Fig. 8 in theilweiser oberer Ansicht mit abgehobenem Oberbalken und mit Weglassung der unter dem Tiegel befindlichen Theile in $^1/_{12}$ der natürlichen Größe dargestellt; Fig. 9 zeigt den Kniehebel in größerem Maßstab.

Auf dem mit den weggelassenen Füßen ruhenden Unterbalken AA stehen die kannelirten Säulen BB, welche den Oberbalken C tragen; die Säulen sind hohl und durch dieselben gehen schmiedeiserne Bolzen, welche unten an den Füßen durch Keile verwahrt werden, oberhalb aber in Schraubenspindeln auslaufen, über welche Muttern geschraubt sind, durch die Ober- und Unterbalken in unveränderlicher Verbindung erhalten werden. Diese obere Befestigung ist bei D, Fig. 7, durch aufgesetzte Verzierungen verdeckt. An der einen Säule befinden sich die angegossenen Lappen bb, welche den Schraubenbolzen aufnehmen, um den sich der Bengel E dreht. Der zweite in einem rechten Winkel gegen den ersten gestellte Arm F des Bengels ist durch eine oberhalb und eine unterhalb desselben angebrachte Zugstange GG mit dem Mittelstück H, Fig. 9, des Kniehebels verbunden. An dem letzteren befindet sich zunächst das Loch c zur Verbindung desselben mit den Zugstangen GG, ferner zwei stählerne Hervorragungen e,e, welche in die beiden Streben KK eingreifen, außerdem das in drei Wände auslaufende Ende der Leitstange J, welches durch zwei Schrauben mit H verbunden ist. Die Leitstange J findet in einem an der anderen Säule angegossenen Lappen f ihre Führung. Die Streben K,K aber haben an ihren beiden anderen Enden ebenfalls Drehpunkte zu freier Bewegung nach allen Seiten hin, und zwar in der Art, daß die obere Strebe ein Lager hat, in welches sich ein im Oberbalken befestigter Zapfen g einsenkt, die untere Strebe dagegen selbst mit dem Zapfen h versehen ist, welcher in ein oben in den Tiegel eingesetztes Lager hineinragt. Die Stellung des Kniehebels nach der Schrifthöhe und Größe des hervorzubringenden Zuges erfolgt durch den Keil L, gegen den sich der obere Zapfen g stemmt und welcher durch den Oberbalken hindurchragt, auf der hinteren Seite aber durch eine Schraubenmutter nach Erfordern herausgezogen werden kann.

Der Tiegel M ist an beiden Seiten mit den Stäben NN versehen, welche durch die Lappen l,l aufgeschraubt sind; diese Stäbe dienen zum

parallelen Führen des Tiegels und gleiten in den an den Säulen angegossenen Lappen k,k. Gegen die unteren Lappen k,k stemmen sich die Spiralfedern O,O, welche oberhalb die Schraubenmuttern m,m tragen, die über die Stäbe N,N geschraubt sind und daher erlauben die Federn so stark zu spannen, bis dieselben im Stande sind den Rückgang des Tiegels zu bewirken.

Das Fundament P läuft auf den Eisenbahnen Q,Q; letztere sind auf die Wände R,R so aufgelegt, daß diese Wände nach außen zu noch ein Stück vorspringen, die Bahnen selbst aber durch die eingelegte Spreize p auseinander gehalten werden; diese Spreize legt sich auf Lappen auf, die an Q angegossen sind und wird durch einen Schraubenbolzen mit dem Unterbalken fest verbunden. Es ist nun leicht ersichtlich, wie der auf den Bengel bei E ausgeübte Zug eine Drehung von F zur Folge hat und dadurch den Uebergang des Kniehebels aus der in Fig. 7 gezeichneten Stellung in die durch Fig. 9 angedeutete Lage zur Folge hat. Dabei bewegt sich der Tiegel nieder und wird nach Beendigung des Druckes durch die Federn O O wieder in die Höhe gehoben, was einen Rückgang des Bewegungsmechanismus zur Folge hat.

Der ursprüngliche Mechanismus von Wells enthält statt der Federn zum Heben des Tiegels Gegengewichte, der Lappen f (Fig. 8) ist auf der dem Arbeiter zugewendeten Seite angebracht und statt der Zugstange G ist eine Schubstange vorhanden, da sich die Achse, um welche der Preßbengel schwingt, an der von dem Arbeiter abgewendeten Seite des Preßgestelles befindet.

40) Bei der Hagarpresse von C. Schweiger in Clausthal (Journal für die Buchdruckerkunst 1837 S. 36) sind die beiden Knieschenkel nicht wie in Fig. 9 durch Spitzzapfen mit einem Mittelstück, sondern durch einen horizontalen Zapfen, der zugleich durch die Seitenwände des dem Mittelstück H analogen Kopfes der Stange J geht, mit einander verbunden.

41) Die Strebenpresse von Hawkin (ausführlich abgebildet und beschrieben Bd. III. S. 404 des Hauptwerkes) schiebt die Form nebst Tiegel zwischen schiefstehende Streben hinein, die sich dabei aufrichten und in derselben Art wie Kniehebel wirken.

42) Bei der Presse von B. Roch sind solche Streben nur oberhalb vorhanden, welche zugleich beim Herein- und Herausbewegen

der Form den Tiegel auflegen und abheben (Allg. Maschinenencyklopädie Bd. II. S. 746).

43) Die Doppelkniehebelpresse von G. Clymer (a. a. O. S. 745) enthält einen mit dem Preßbengel direkt verbundenen Kniehebel, welcher bei seiner Streckung auf das Knie eines wie in Fig. 7 stehenden Kniehebels wirkt und dasselbe ebenfalls streckt.

44) Zwei doppelte Kniehebel der vorher erwähnten Art, welche daher auch den Tiegel an zwei Punkten pressen, hat die Bd. III. S. 403 und in Dinglers Journal Bd. 11 S. 201 beschriebene Presse eines ungenannten Engländers.

45) Die unter dem Namen der Dinglerpresse bekannte, 1837 aus dem Etablissement von Chr. Dingler in Zweibrücken hervorgegangene Kniehebelpresse ist eine Verbesserung der Hagarpresse, welche mit dem Mechanismus des Uhlhornschen Münzprägwerkes und mit der in Amerika beliebten Washingtonpresse große Aehnlichkeit hat. Den Druckmechanismus derselben macht (Taf. 43) Fig. 10 in einem Durchschnitt durch den Kniehebel im geöffneten, und Fig. 11 in einer oberen Ansicht desselben im geschlossenen Zustande deutlich. Die ganze Einrichtung der Presse ist ziemlich so wie die der Dinglerschen Hagarpresse in Fig. 7. Der obere Schenkel des Kniees, F, ist hier weit kürzer als der untere K, er stemmt sich mit einer Pfanne gegen den an dem Oberbalken A angebrachten und mit einem Keile stellbaren halbkugelförmigen Zapfen b, ist unterhalb mit dem breiten Zapfen c versehen, welcher in einem entsprechenden Lager des unteren Schenkels K ruht, und an letzterem ist unten der halbkugelförmige Zapfen d angebracht, welcher in einer auf dem Tiegel B befindlichen Pfanne ruht. Der obere Schenkel verlängert sich in den Arm Y, der durch den Bolzen w mit dem gegabelten Ende der Zugstange G verbunden ist. Diese Zugstange ist mit dem Bengel verbunden und hat, da w bei geöffneter Presse höher steht, als bei geschlossener, innerhalb ihrer Länge ein Gewinde. In dem gegabelten Theile der Zugstange steht der untere Schenkel K, und da F oberhalb vierkantig ist, mit den angeschraubten Wandflächen x das ebenfalls vierkantige obere Ende von K umschließt, der Zapfen c mit seiner Länge auf K liegt und die beiden Zapfen bei b und d eine Drehung gestatten, so wird sich vermöge der angegebenen Verbindung während eines Spieles der Kniehebel ein wenig um b und d drehen, so daß die Mittellinien von Y und K immer in der

Richtung der Zugstange G liegen. Die in Fig. 8 gezeichnete Leitstange J ist daher hier nicht erforderlich. Eine Darstellung der ganzen Presse enthält das Buchdrucker-Journal 1843 S. 37.

46) Der Hauptmechanismus der **Albionpresse** von Jon. und Jer. **Barrett**, Nachfolgern von J. Cope in London (in Deutschland von Henschel und Sohn in Kassel nachgebaut) ist in Fig. 12, Taf. 43 dargestellt. A ist ein Stück des als durchschnitten gezeichneten Oberbalkens, B ein Stück des Tiegels; mit letzterem ist die Platte C durch vier Stellschrauben verbunden. Von der Platte C gehen nach oben ein Paar Seitenplatten D, von denen die eine hinter dem Druckmechanismus liegend hier theilweise zu sehen ist, die vordere ist weggelassen um den Druckmechanismus sehen zu können. Diese Platten sind durch Verbindungsstangen zu beiden Seiten an das Querstück F gehangen, welches durch den unteren Kopf des Stabes H geschoben ist; am oberen Ende ist auf H eine Schraubenmutter G geschraubt, an welche sich die Platte E anstemmt; gegen diese Platte wirkt eine in dem Aufsatzzylinder J befindliche und sich gegen die Basis dieses Zylinders stützende Spiralfeder, durch welche mittelst der beschriebenen Verbindung der Tiegel gehoben wird. Die Tiegelführung ist ähnlich wie in Fig. 13 eingerichtet.

Im Oberbalken liegt der Bolzen K und dient dem oberen Kniehebelschenkel L als Stützpunkt; es ist zu dem Ende die Lagermuschel a eingelegt und der Lagerdeckel b mit den Schrauben c an L befestigt. Der Schenkel L liegt ganz zwischen den beiden Platten D und ist in seiner oberen Hälfte viel stärker als unterhalb, dagegen sind die Platten D unterhalb bei e viel stärker als oberhalb, so daß der untere Kniehebelschenkel M sich oberhalb in voller Länge bei d an L anstemmen kann, hingegen unterhalb an beiden Seiten auf den Hervorragungen e der Platten D aufruht. M liegt in einer entsprechend gestalteten Höhlung von L, und das untere Ende von L steht durch den Bolzen P mit der Zugstange Q in Verbindung, welche in ähnlicher Art wie bei den andern Pressen durch den Bengel bewegt wird. Zur Regulirung des Druckes kann das Lager d, gegen welches sich M stemmt, durch den Keil N mit der Schraube O etwas höher oder tiefer gestellt werden. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß der Mechanismus im geschlossenen Zustand der Presse abgebildet ist und daß beim Oeffnen L sich so weit nach rechts zu bewegen kann, bis sich M

an L anlegt. Im Prinzip ist diese Presse vollkommen identisch mit der Dinglerpresse, nur daß die Anordnung der einzelnen Theile eine durchaus verschiedene ist.

47) Die Imperialpresse von J. Cope und Sherwin in London gegen 1829 gebaut (in Deutschland von Faulmann in Leipzig nachgebaut) stellen Fig. 13 und 14 dar, und zwar ist in Fig. 13 der obere Theil der Presse und in Fig. 14 der im Oberbalken liegende Druckmechanismus abgebildet. A bezeichnet den Oberbalken und die Seitentheile des Preßgestelles; an den letzteren sind die Lappen a angegossen, an welche die vorn zugeschärften Führungsstücke bb angeschraubt sind; sie greifen in Vertiefungen der Platte B, die durch die Schrauben c an dem Tiegel D befestigt ist und zugleich zur Verbindung der Tiegelstange C mit dem Tiegel dient. An C sind oberhalb ein Paar Nasen dd angebracht, unter welche die an die Seitentheile angeschraubten Druckfedern EE greifen, durch welche der Tiegel gehoben wird. In dem einen Lappen a und in einem an den Oberbalken angegossenen Ansatze e befinden sich die Lager für die vertikale Welle F, die ähnlich wie bei der Stanhopepresse steht, unterhalb mit dem Preßbengel G und oberhalb mit dem Hebelarme H verbunden ist, von welchem die Zugstange J ausgeht, die bei f ein Gelenk hat und mit dem in vertikaler Ebene schwingenden Hebel K verbunden ist. Letzterer liegt in einer Höhlung des Oberbalkens und hat bei g (Fig. 14) seine Drehachse. Unterhalb g ist an K ein kurzer Hebelarm angebracht, der auf das Zwischenstück L und mittelst desselben auf M drückt, M gleitet in der Führung kk des Oberbalkens auf und nieder und ist in das obere Ende der Tiegelstange C versenkt und drückt hier auf den Stellkeil h, durch welchen mittelst der Schraube i der mehr oder weniger scharfe Druck erzielt werden kann. Die mit vollen Linien ausgezeichneten Theile in Fig. 14 zeigen die Lage von K, L und M im geschlossenen, die punktirten die Lage im nicht geschlossenen Zustande der Presse. Eine vollständige Ansicht der Presse befindet sich im Journal der Buchdruckerkunst 1851 S. 189.

Außer den bis jetzt geschilderten Anordnungen der Kniehebel sind noch die Pressen zu erwähnen, bei denen das Oeffnen und Schließen des Kniees durch eine drehende Bewegung um eine mit dem geschlossenen Kniehebel parallel liegende Achse erfolgt, und denen von Desberger der Name der zykloimbrischen Pressen gegeben worden ist.

(Bayrisches Kunst- und Gewerbeblatt 1832 S. 902). Hierher gehören die nachfolgenden:

48) Die Liebherr'sche Presse (a. a. O.) oder Medhurst'sche Presse (Verhandlungen zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1823, S. 57) oder Säulenpresse von J. Koch in München (Buchdrucker-Journal 1835, S. 98) oder Wechselpresse von Stieber und Groß in Stuttgart (ebendaselbst 1836, S. 22) haben ein gemeinschaftliches Prinzip. Durch den Preßbengel wird eine auf dem Tiegel ruhende Welle gedreht, auf welcher sich eine Scheibe befindet, die an diametral einander gegenüberliegenden Punkten durch zwei Streben gegen die Oberbalken gestemmt ist. Im geschlossenen Zustande der Presse stehen diese Streben parallel zur Welle, im geöffneten Zustande befinden sie sich in schiefer Lage.

49) Die Zweibrücker-Presse von Chr. Dingler ungefähr im Jahre 1836 konstruirt, wendet das vorhererwähnte Prinzip doppelt an, wie dies Fig. 15 und 16 (Taf. 43) deutlich machen. Figur 15 stellt den Tiegel mit darüberliegendem Druckmechanismus unter der Voraussetzung dar, daß der Oberbalken nicht vorhanden und die Presse in geöffnetem Zustande ist. Figur 16 zeigt die Streben oder Kniehebel von vorn angesehen in der Stellung, die sie bei geschlossener Presse einnehmen. Durch die Säulen B, B gehen schmiedeiserne Bolzen, welche Ober- und Unterbalken mit einander verbinden. An die Säulen sind Lappen kk angegossen, in welchen die mit den Füßen l an dem Tiegel M angeschraubten Führungsstäbe gleiten, und hier mit Federn zum Heben des Tiegels in derselben Art verbunden sind, wie dies in Figur 7 dargestellt ist. Zwischen zwei an der linken Säule angegossenen Lappen b befindet sich der Drehzapfen für den Bengel EF. Von diesem geht die Zugstange G nach dem Herzstück W. Dasselbe gleitet an der zylindrischen Stange X frei auf und nieder, welche in den Oberbalken eingelassen und mit einer Preßschraube in ihm festgehalten wird, während sie unterhalb in eine zylindrische Höhlung des Tiegels sich vertieft; zugleich kann sich W um X drehen. In W sind an zwei diametral gegenüber liegenden Punkten die Einsatzstücke ee angebracht, welche oberhalb Pfannen für die oberen Streben KK und unterhalb Zapfen für die Pfannen in den Köpfen der unteren Streben K'K' haben. Die Füße der unteren Streben ruhen in den Pfannen hh, welche in den Tiegel M eingelassen sind und den Druck auf denselben

übertragen; die Köpfe der oberen Streben stützen sich gegen die Zapfen gg, welche in den Oberbalken eingelassen sind und selbst oberhalb sich gegen zwei im Oberbalken angebrachte Stellkeile stemmen. Die oberen Streben KK sind in Fig. 15 in der schiefen Stellung gezeichnet, in welcher sie bei nicht geschlossener Presse stehen, und es versteht sich von selbst, daß sie diese Stellung nur behalten können, wenn sie gleichzeitig sich an den hier nicht gezeichneten Oberbalken stützen. Bei geschlossener Presse wird übrigens die von dem Arbeiter ausgeübte Zugkraft dadurch verstärkt, daß dann der rechtwinklige Abstand der Zugstange G von der Mittellinie von X am größten, dagegen der rechtwinkelige Abstand von dem an b angebrachten Drehpunkte am kleinsten, und der in gleichem Sinne gemessene Hebelarm von E am größten wird. Eine vollständige Abbildung der ganzen Presse enthält das Buchdrucker-Journal 1837, S. 21.

In der Geschichte der Vervollkommnung der Buchdruckerpressen sind als die wichtigsten Konstruktionen zur Verbesserung der alten Schraubenpresse zu bezeichnen: zunächst die Stanhopepresse mit der in Eisen bewirkten Ausführung und dem geeigneteren Mechanismus zur Erzielung eines kräftigen Druckes; die Kolumbiapresse, welche trotz ihres massenhaften Baues und ihrer komplizirten Hebelverbindung eine weit verbreitete Anwendung fand (das von Clymer, Dixon und Comp. 1851 in London ausgestellte Exemplar dieser Presse trug die Fabriknummer 1479), und die Einführung des Kniehebelprinzips nach den Anordnungen bei der Hagarpresse, Albionpresse, Dinglerpresse, Imperialpresse und Zweibrückerpresse. Die große Verbreitung der Albionpresse zeigt der Umstand, daß das im Jahre 1851 in London von Hopkinson und Comp. ausgestellte Exemplar dieser Presse die Fabriknummer 2639 trug. Die mechanischen Verhältnisse zur Erzielung eines starken Druckes sind nicht nur für den gewöhnlichen Typendruck, sondern auch für den Prägedruck genügend; im letzteren Falle ist, wie dies bei den Prägpressen regelmäßig ausgeführt wird, außer den stärkeren Dimensionen der einzelnen Theile eine Unterstützung des Fundaments in der Mitte erforderlich, welche entweder nur durch Auffahren desselben auf den entsprechend gestellten Unterbalken oder durch Anbringung einer dritten Bahn zwischen den beiden gewöhnlich angewendeten erzielt wird. Die Parallelführung des Tiegels der Albion- und Imperialpresse wird bei

den Pressen, bei welchen durch den Druckmechanismus selbst eine Seitenkraft zur Drehung des Tiegels erzeugt wird, da sie zur steten Nachstellung eingerichtet ist, für vorzüglicher gehalten, als die durch bloße Führungsstangen in Oeffnungen der an den Säulen angegossenen Lappen.

Man hat zuweilen statt der bereits im zweiten Abschnitt erwähnten Farbeauftragvorrichtungen besondere Farbwerke an der Handpresse selbst angebracht, und dieselben dadurch zu selbstschwärzenden Pressen umgewandelt. Unter den als solchen bekannt gewordenen Einrichtungen sind die nachfolgenden anzuführen, und ist dabei zu erwähnen, daß die Farbwerke selbst den an den Schnellpressen angewendeten ähnlich konstruirt sind.

50) J. Schumacher in Hamburg (Buchdrucker-Journal 1836, S. 129) bringt einen Rahmen an, welcher an dem Tiegel seine Führung erhält und bei gehobenem Tiegel links mittelst eines Griffes herausgezogen wird, worauf sich Deckel und Rähmchen aufschlagen. Der bedruckte Bogen wird herausgenommen, ein neuer eingelegt, Deckel und Rähmchen geschlossen und der Rahmen eingeschoben, so daß der Bogen nun auf der unteren Seite des Tiegels steht, und mit demselben auf und niedersteigt. Das Farbwerk steht rechts von dem Tiegel und die unter demselben mit einer Kurbel aus- und eingefahrene Form wird zwei Mal von den beiden Auftragwalzen überfahren. Der Druckmechanismus der Presse ist wie bei der Hagarpresse. Ein Drucker und zwei Knaben liefern täglich 4000 Abdrücke, also stündlich 333.

51) Die Sellígue'sche Doppelpresse (Buchdrucker-Journal 1839, S. 33) enthält mehrere sehr sinnreiche Einrichtungen. Das Fundament mit der Form bleibt bei derselben unbeweglich; es wird ein Wagen abwechselnd rechts und links ausgefahren, und jedes Mal an dem ausgefahrenen Ende der bedruckte Bogen abgenommen und ein neuer eingelegt. Der Wagen hat in der Mitte das Farbwerk und schwärzt daher bei jeder Bewegung die Form für den nächst bevorstehenden Druck durch einmaliges Ueberfahren. Um die Bewegung des Wagens und den Wechsel des Bogens auszuführen, steht an jeder Seite der Presse ein Arbeiter. Der durch ein Gegengewicht balancirte Tiegel wird nach jedem Drucke höher als gewöhnlich gehoben, damit das Farbwerk unter demselben hindurch gehen kann. Es erfolgt dies durch

einen Kniehebel, dessen Zugstange von einem Krummzapfen aus bewegt wird; auf die Krummzapfenwelle wird die Bewegung mittelst eines Zahnradvorgeleges von einer Kurbelwelle in der Art übertragen, daß je eine Umdrehung der Kurbelwelle eine Hebung oder eine Senkung des Tiegels zur Folge hat. Die Kurbelwelle erstreckt sich so über die Maschine, daß jeder der beiden Arbeiter eine an derselben angebrachte Kurbel erreichen kann, beide wirken abwechselnd auf dieselbe ein. Die Leistungen in 12 Arbeitsstunden werden zu 6000 Abdrücken angegeben (500 in der Stunde).

52) Die einfache selbstschwärzende Presse von A. F. Neukrantz in Berlin (Buchdrucker-Journal 1842, S. 161) unterscheidet sich wesentlich von den gewöhnlichen Pressen dadurch, daß die (in diesem Falle besonders fest geschlossene) Form an dem Tiegel so befestigt wird, daß die Lettern nach unten stehen; der Karren enthält das Farbwerk und das Rähmchen, und es erfolgt bei dem Ausfahren und Einfahrens des Karrens die Schwärzung der Form. Der Druckmechanismus ist der von Stanhope; die Leistung soll das Anderthalbfache der gewöhnlichen sein.

53) Bei der doppelten Presse des Genannten befindet sich außer der an dem Tiegel befestigten Form noch eine zweite unbeweglich auf dem Fundament stehend; in den ausgefahrenen Karren werden zwei Bogen eingelegt; der eine durch ein oberhalb befindliches Rähmchen, der andere durch ein unterhalb befindliches; nach dem Einfahren erfolgt bei dem ersten der Abdruck der oberen, bei dem anderen der Abdruck der unteren Form. Das Abheben des unteren Bogens bewirken die in dem Karren befindlichen Federn. Die Schwärzung beider Formen erfolgt wie vorher. Durch zwei an der Presse angestellte Arbeiter soll das Dreifache der Leistungen einer gewöhnlichen Handpresse erzielt werden.

54) Die Presse von L. Ullmer in London, mit dem Druckmechanismus der Albionpresse ausgestattet, enthält einen Deckel, der nach dem Tiegel zu aufschlägt, weshalb beim Ausfahren des Karrens die Form unter der Auftragwalze weggeht, während in der Verlängerung des Fundamentes sich ein Farbtisch zur Vertheilung der Farbe auf der Walze befindet.

55) Bei Cowslade und Lovejoie in London ist ein vom Fundamente getrennter Rahmen vorhanden, welcher in einer besonderen

Führung geht. Der Rahmen hat nach unten, das Fundament nach oben zu gerichtete Zahnstangen; zwischen beiden liegen Zahnräder, die durch eine Kurbel gedreht werden und bewirken, daß das Fundament nach rechts, der Rahmen nach links zu unter dem Tiegel sich wegbewegt, nachdem vorher der Bogen durch Federn von der Form abgehoben worden ist.

56) Ransome und May in Ipswich wenden den in Nr. 17 erwähnten Druckmechanismus der Queenpresse an; der Tiegel schlägt sich nach beendetem Drucke in Scharnieren rechts zurück und hebt dabei den Bogen von der Form; letztere wird durch ein links angebrachtes Farbwerk geschwärzt.

57) Bei der Presse von Victor Derniame in Paris (Buchdrucker-Journal 1855, S. 204) wird nach geöffnetem Deckel eine Auftragwalze ähnlich wie bei den Auftragmaschinen über die Form geführt und zwar durch die beim Oeffnen und Schließen des Deckels hervorgebrachte Bewegung.

Was die Nützlichkeit eines Mechanismus zum Selbstschwärzen an den Handpressen betrifft, so beziehen wir uns auf das bei den Auftragmaschinen früher ausgesprochene Urtheil (S. 148).

VI. Druckmaschinen oder Schnellpressen.

Die Erfindung der Schnellpresse bildet in der Geschichte der Erfindungen einen für Deutschland besonders interessanten Abschnitt, da zwei Deutsche, der Buchdrucker Fr. König aus Eisleben und der Mechaniker A. F. Bauer aus Stuttgart unter Beihülfe englischen Kapitales und der in England weiter vorgeschrittenen Entwickelung der zum Maschinenbau erforderlichen Hülfsmittel die Schnellpressen fast in allen der gegenwärtig benutzten Varietäten in England herstellten und der weiteren Ausbildung ihrer Prinzipien zur Vervollkommnung dieser Pressen in einem in Deutschland begründeten Etablissement ihre ausschließliche Aufmerksamkeit widmeten, und zwar zunächst während einer längeren Zeit vereint in einer selten vorkommenden Einigkeit und gegenseitigen Ergänzung, worauf dann nach des einen (Königs) Tode (17. Januar 1833) der andere (Bauer) die weitere Ausbildung der Schnellpressen fortdauernd zu seiner Lebensaufgabe machte und seine während eines halben Jahrhunderts auf das gleiche Ziel gerichtete Thätigkeit durch die ausgezeichnete Achtung belohnt sieht, welche

von den Buchdruckern seinem Etablissement und den aus denselben hervorgehenden Erzeugnissen zu Theil wird. Es wird daher gerechtfertigt erscheinen, wenn wir der Aufführung der verschiedenen Schnellpressensysteme die Hauptmomente aus der Geschichte ihrer Erfindung nach Maßgabe des Handbuchs der Buchdruckerkunst (Frankfurt 1827 S. 557) und der werthvollen Mittheilungen von König und Bauer in dem Journal der Buchdruckerkunst 1851 S. 225, welche zugleich die vorher noch nicht veröffentlichten Patentzeichnungen der von König und Bauer in England genommenen Patente enthalten, hier vorausgehen lassen.

Bereits am 29. April 1790 hatte W. Nicholson in England ein Patent auf eine mechanische Buchdruckerpresse erhalten (Beschreibung und Zeichnung enthält Rep. of Arts and Manufact. Vol. V, p. 145 und Buchdrucker-Journal 1851 S. 289), deren Mechanismus die Bewährung praktischer Ausführung nicht zu erhalten vermochte; denn es kam eine solche Presse niemals zur Wirksamkeit, und es war die Idee derselben ganz in Vergessenheit gerathen, als König gänzlich unabhängig hiervon etwa 1804 den Plan zu verbesserten und mechanisch bewegten Buchdruckerpressen faßte. Er begab sich zur Ausführung seiner Idee nach Suhl, Wien und Petersburg, ohne die erforderliche Unterstützung in technischen Hülfsmitteln und Kapitalkraft zu finden. Endlich gelang es ihm 1807 in London in dem Buchdrucker Th. Bensley einen Mann zu finden, welcher die Bedeutung der Erfindung übersah und die finanziellen Mittel zu den erforderlichen Versuchen darbot; etwas später traten die Buchdrucker Rich. Taylor und G. Woodfall, sowie A. F. Bauer im Jahre 1810 mit den Vorgenannten in Verbindung und nahmen nach einander vier Patente, nämlich

das erste am 29. März 1810 für eine Methode mittelst Maschinen zu drucken, wofür am 27. September die Spezifikation inrollirt wurde. Der Gegenstand des Patentes war eine mechanische Tiegeldruckmaschine, auf welcher im April 1811 der Bogen H von dem neuen Annual Register für 1810 gedruckt wurde, der erste Theil eines Buches, welcher überhaupt auf mechanischem Wege erzeugt worden ist;

das zweite am 30. Oktober 1811 für weitere Verbesserungen der Methode, mit Maschinen zu drucken, welche sich nach der am 29. April 1812 inrollirten Spezifikation auf die einfache Zylinderdruckmaschine und auf eine Kombination der in derselben benutzten

Theile und Prinzipien zur Verdoppelung, Vervierfachung 2c. des Effektes bezogen. Es ist eine einfache Maschine ausführlich, und eine Doppelmaschine mit gerader Bahn, so wie eine vierfache Maschine mit kreisförmiger Bahn in Skizzen abgebildet. Die einfache Zylinderdruckmaschine wurde im Dezember 1812 vollendet und Bogen G und X von Clarkson Life of Penn Vol. I. mit derselben als das erste Erzeugniß einer Zylinderdruckmaschine gedruckt. Sie lieferte 800 Abdrücke in der Stunde und ihr Gang war so befriedigend, daß der Eigenthümer der Times, J. Walter, als er sie zum ersten Male sah und ihm an derselben das Prinzip der Doppelmaschine erläutert wurde, sogleich zwei der letzteren bestellte;

das dritte Patent vom 23. Juli 1813 für additionelle Verbesserungen der Methode mit Maschinen zu drucken. Die am 22. Juli 1814 inrollirte Spezifikation betrifft verschiedene einzelne Theile als: die Speisung und Vertheilung der Farbe, namentlich den Farbvertheilungstisch, die endlose Bänderleitung statt der Rähmchen, die Horn- und Segmentalräder, die unmittelbare Verbindung der Druckzylinder mit dem Karren durch Räder und Rechen u. s. w. Zwei mit diesen Verbesserungen ausgerüstete Doppelmaschinen nach dem Systeme des zweiten Patentes wurden in dem Lokale der Times (Printinghouse Square in London) aufgestellt, und am 29. November 1814 erschienen die Times zum ersten Male mit diesen Maschinen gedruckt, welche bis zum Jahre 1827 für die Auflage der Times ausreichten, nachdem sie später mit den Verbesserungen des vierten Patentes versehen worden waren, wodurch die anfängliche Leistung von 1100 Abdrücken pro Stunde auf 2000 gebracht worden war; erst zu der letzteren Zeit ging man zu einer mehrfachen Maschine über, deren Bau, da die ursprünglichen Erfinder in der Zwischenzeit ihr Etablissement in Deutschland begründet hatten, dem Engländer Applegath anvertraut wurde. König und Bauer haben daher keine Gelegenheit gehabt, eine mehrfache Maschine in England selbst aufzustellen;

das vierte Patent vom 24. Dezember 1814 für weitere Verbesserungen der Methode mittelst Maschinen zu drucken, erstreckt sich nach der am 22. Juni 1816 inrollirten Spezifikation namentlich darauf, den Bogen, nachdem er auf einer Seite bedruckt ist, nach einer zweiten Form zu führen und auch auf der anderen Seite zu

drucken, bevor er die Maschine verläßt; außerdem auf das Gießen der Farbzylinder, die kontinuirliche Bewegung der Druckzylinder und ein verbessertes System den Bogen anzulegen, durch Bänder fortzuleiten und wieder abzunehmen. Die erste Schön- und Wiederdruckmaschine wurde im Februar 1816 vollendet und in der Druckerei von Bensley und Sohn aufgestellt. Das erste vollständig auf dieser Maschine gedruckte Werk war die zweite Ausgabe von Blumenbachs Institutions of Physiology übersetzt von J. Elliotson.

In den Patenten sind nun folgende Prinzipien und Mechanismen enthalten, welche als die Grundlagen aller weiteren Formen des Schnellpressenbaues zu betrachten sind: 1) Speisung mit Farbe nach Bedarf; 2) Vertheilung der Farbe durch rotirende und in ihrer Längenrichtung sich bewegende Zylinder oder ebene Flächen des Farbvertheilungstisches; 3) Auftragen durch Zylinder; 4) Gußflaschen für dieselben; 5) Druck mit zwei Flächen; 6) Druck mit Zylinder und einer Fläche; 7) Anlegen des Papieres auf stillstehendem Zylinder; 8) Anlegen des Papieres auf einem stillstehenden Apparate bei kontinuirlich sich drehendem Zylinder; 9) Bogenleitung zwischen endlosen Bändern; 10) Rollen unter dem Karren; 11) Doppelrechen für Bewegung des Karrens; 12) Horn- und Segmentenräder, um entweder den Druckzylinder oder den Anlegeapparat in eine mit Ruhe abwechselnde Bewegung zu versetzen; 13) das Prinzip der Verdoppelung und Vervielfachung um mehrere Bogen bei einem Spiele von einer Form zu erhalten; 14) das Bedrucken des Bogens auf beiden Seiten durch Verbindung zweier einfachen Maschinen zu einer; 15) das Prinzip des Registers und Umwenden des Bogens durch einen ∽ förmigen Weg.

Die Erfinder wurden durch ihre Geschäftstheilhaber in England in ihrem Bestreben, den Maschinen weitere Verbreitung zu verschaffen, behindert; auch wurde ihnen die Anerkennung, auf welche sie Anspruch hatten, nicht zu Theil; sie verließen daher 1817 England und gründeten in Kloster Oberzell bei Würzburg ihr Maschinenbauetablissement, aus welchem von nun an nicht nur ihre Verbesserungen an den Schnellpressen hervorgingen, sondern in welchem auch die größere Anzahl derer ihre Ausbildung fanden, welche in späterer Zeit als Konstrukteurs der Schnellpressen in Deutschland auftraten. Ihre Aufmerksamkeit war nicht nur auf Erzielung wahrhaft tüchtiger Herstellung

aller der Theile, welche bei dem Gebrauch der Maschine einer Abnutzung unterliegen können und auf möglichste Verminderung dieser Abnutzung gerichtet, sondern auch darauf, die Schnellpressen zur Herstellung schwierigerer Drucke, der Illustrationen u. s. w. geeignet zu machen, und den Anforderungen erhöhter Leistung zu entsprechen, welche namentlich der Zeitungsdruck in Deutschland im Laufe der Zeit in immer steigendem Maße an diese Maschinen stellte, während die Verhältnisse Englands und Amerikas die Aufmerksamkeit der für diesen Zweig der ausübenden Mechanik beschäftigten Konstrukteure namentlich auf die Erreichung des letzteren Zieles richteten, und Frankreich erst in neuerer Zeit nach beiden Richtungen zu gehende Bestrebungen aufzuweisen hat, wie sich dies aus der nachfolgenden Aufstellung ergeben wird. Bis zur Zeit der Münchener Ausstellung 1854 waren aus dem Etablissement in Oberzell 420 Druckmaschinen verschiedener Art hervorgegangen.

Will man die Druckmaschinen verschiedener Systeme in einer systematischen Folge gruppiren, so ergibt sich als erster Eintheilungsgrund die Beschaffenheit der Form, ob nämlich die Typenoberfläche eine ebene oder eine kreisförmige ist; und als fernerer Eintheilungsgrund die Beschaffenheit der gegen dieselbe wirkenden Fläche, die ebenfalls entweder eben oder kreisförmig seyn kann; hierauf lassen sich fernere Unterabtheilungen durch Beachtung des Umstandes bilden, ob eine größere oder geringere Anzahl von Bogen oder auch endlose Papierrollen bei einer Bewegung der Form gedruckt werden sollen. Hiernach stellen sich folgende Klassen von Druckmaschinen dar:

A. Druckmaschinen mit ebener Form und Tiegeldruck,

B. Druckmaschinen mit ebener Form und Zylinderdruck, und zwar
  a) einfache Maschinen,
  b) Doppelmaschinen,
  c) mehrfache Maschinen,
  d) Schön- und Wiederdruck- oder Kompletmaschinen.

C. Druckmaschinen mit Zylinderform
  a) für das Bedrucken einzelner Bogen,
  b) für das Bedrucken endlosen Papieres.

Im Nachfolgenden sollen die verschiedenen Maschinen dieser einzelnen Abtheilungen, ohne dabei auf eine absolute Vollständigkeit Anspruch zu machen, ihren Haupteinrichtungen nach karakterisirt werden,

wobei indeß der Raum verbietet, mehr als einige Hauptrepräsentanten ausführlicher zu beschreiben. Wir bemerken hierbei für diejenigen Leser, welche mit der Einrichtung der Druckmaschinen noch nicht bekannt sind, daß das Verständniß des Nachfolgenden durch vorhergehendes Lesen der in Nro. 20 folgenden ausführlicheren Beschreibung der Reichenbach'schen Druckmaschine erleichtert werden wird. Die Nothwendigkeit, den Umfang des vorliegenden Artikels möglichst zu begrenzen, verbot uns mehr als eine Zylindermaschine ausführlich zu beschreiben und wir wählten die in Nro. 20 aufgeführte, weil von dieser eine Abbildung zur Zeit noch nicht veröffentlicht ist, wollten aber auch die systematische Aufstellung der Maschinen nicht gern durch Vorausnahme dieser Maschine stören.

A. Druckmaschinen mit ebener Form und Tiegeldruck.

Die sämmtlichen Bewegungen, welche bei der gewöhnlichen Handpresse erforderlich sind, werden durch mechanische Kraft hervorgebracht, nur das Einlegen des unbedruckten und das Wiederherausnehmen des bedruckten Bogens wird durch den die Presse bedienenden Arbeiter bewirkt.

1) König's Maschine vom Jahre 1810. Deckel und Rähmchen sind wie bei der Handpresse, nur mit dem Unterschiede angebracht, daß das Rähmchen am unteren statt am oberen Ende des Deckels angehängt war; beide schlossen und öffneten sich mechanisch. Die Druckfarbe wurde aus einem Farbebehälter nach Bedarf ausgepreßt, durch rotirende und sich in der Achsenrichtung bewegende Walzen vertheilt und durch mit egalisirtem Ballenleder bezogene Walzen aufgetragen (Abbildung im Buchdrucker-Journal 1851 S. 227).

2) Das Karakteristische der Maschine von A. Applegath besteht darin, daß die Flächen eines drei- oder vierseitigen Prisma als Tiegelflächen benutzt und auf denselben mittelst Rähmchen die Bogen befestigt werden. Bei jedem Spiel wird das Prisma so gedreht, daß eine andere Fläche nach unten zu stehen kommt, und dabei den Druck von der darunter liegenden Form erhält (vergleiche Hauptwerk Bd. III. S. 421).

3) D. Napier's Patent vom Jahre 1828 bezieht sich auf die Herstellung einer Presse mit zwei vertikal untereinanderstehenden Formen, über welche ein und derselbe Bogen durch eine endlose Bandleitung mit zwei parallelen Führungen so geleitet werden soll, daß er in seiner Lage über der oberen Form den Schöndruck, und später in

seiner Lage über der unteren Form den Wiederdruck erhält. Die Abdrücke von beiden Formen (natürlich auf verschiedene Bogen) erfolgen gleichzeitig (Dingler Bd. 35 S. 249). — Das Patent vom Jahr 1837 erstreckt sich auf eine Scheibe mit doppelter Spur zur Erzeugung der hin- und hergehenden Bewegung der Form. Die Scheibe hat eine Spur von kleinem und eine von großem Halbmesser mit den Uebergängen von der einen Spur zur andern; in der Spur läuft ein mit dem Fundament durch Hebel und Zugstange verbundener Führer (Dinglers Journal Bd. 67 S. 260).

4) J. C. Maxwell's Skizze einer Tiegelpresse vom Jahr 1831 enthält Dinglers Journal Bd. 40 S. 346.

5) Die Presse von John Kitchen mit vertikal stehender Form, die in Dinglers Journal Bd. 52 S. 249 abgebildet ist, soll im Jahr 1834 das Newcastle Journal gedruckt und, durch mechanische Kraft bewegt, in der Stunde 600 Exemplare geliefert haben.

6) Die Scandinaviapresse, von C. A. Holm aus Stockholm erfunden und 1842 an Holm und Rosen in England patentirt, ist die erste Tiegeldruckmaschine, welche in allgemeinere Anwendung gekommen ist. Eine ausführliche Beschreibung derselben ist in der Maschinenencyklopädie Bd. 2 S. 793 enthalten; es wird an ihr die Einfachheit der Konstruktion, ein vorzüglicher Schwärzapparat, vortrefflicher Druck und Schnelligkeit der Produktion gerühmt; zwei Knaben sind zur Bedienung erforderlich und liefern in der Stunde 600 bis 700 Abdrücke. Dieselbe ist in Deutschland von Sigl, Hummel und Hänel nachgebaut worden. Der Druck erfolgt von einer unter der Form liegenden Krummzapfenwelle aus, welche den Tiegel mittelst eines mit demselben durch zwei Säulen verbundenen Unterbalkens auf und niederbewegt. Die Bewegung der Form bewirkt eine herzförmige auf Hebel und Zugstange wirkende Scheibe; die Färbung erfolgt durch einen Farbtisch mit zwei Verreibwalzen und durch drei Auftragwalzen. Der Deckel schlägt nach dem Tiegel zu auf und wird von dem die Presse bedienenden Abnehmer geöffnet und von dem Aufleger geschlossen. — Die Maschine nach der Ausführung von Nasmyth, Gaskell und Comp. in Manchester und mit der von Bialon verbesserten Bewegung der Farbwalze ist auch in den Verhandlungen zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1845 S. 128 ausführlich beschrieben und abgebildet.

7) Nach Dryden's System erfolgt auch die Bewegung des Deckels auf mechanischem Wege, es bleibt dem Arbeiter nur das Einlegen und Abnehmen des Bogens. Die Pressen dieses Systemes werden auch als Doppelpressen dadurch ausgeführt, daß auf das Fundament zwei Formen gestellt werden und daher bei jedem Hingange und jedem Zurückgange desselben ein Druck ausgeführt werden kann (Amtlicher Bericht über die Industrieausstellung aller Völker, Berlin 1852, Bd. 2, S. 396).

8) Eine ausführliche Abbildung und Beschreibung der Doppelschnelldruckpresse von Hopkinson und Cope in London (welche vielleicht mit der unter 7 erwähnten identisch ist) enthalten die Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1855 S. 53. Der Tiegel wird durch einen starken quer über demselben liegenden Hebel gehoben und gesenkt, der Hebel aber durch eine Zugstange von einer unterhalb liegenden Krummzapfenwelle aus in Bewegung gesetzt; die beiden Karren, welche abwechselnd unter den Tiegel treten, erhalten ihre Bewegung von einer großen mit entsprechender Spur versehenen Walze aus, welche mit ihrer parallel zur Länge der Presse liegenden Achse unterhalb befindlich und durch Winkelradvorgelege mit der Krummzapfenwelle verbunden ist. Der Deckel hebt sich selbstthätig ab. Das Farbwerk ist mit Farbereibtisch versehen. Die Presse wiegt 135 Zentner, fordert 1½ Pferdekraft, zeichnet sich durch Genauigkeit und Sicherheit ihrer Leistungen aus und soll in der Stunde 2400 Abdrücke liefern.

9) Bei der Presse von S. Adam und Comp. in Boston, welche 1830 erfunden und 1836 wesentlich verbessert wurde, wird der von einem Aufleger auf die Presse gebrachte Bogen von Greifern erfaßt und unter den Tiegel geführt, hierauf hebt sich das Fundament und bewirkt den Druck; nach Beendung desselben wird der Bogen einen Augenblick durch ein sich horizontal bewegendes Rähmchen getragen, von diesem wird er durch einen von einem Blasbalg ausgehenden Luftstoß etwas gehoben und auf Rollen gebracht, die ihn dem Auslegeapparate zuführen, wo er ohne weitere Beihülfe auf die früheren gelegt wird. Mittlerweile ist die Form durch die Auftragwalzen geschwärzt worden. Eine äußere Ansicht dieser Presse enthält das Buchdrucker-Journal 1853 S. 219.

10) Bei der Presse von Dupont, welche sich 1855 auf der Pariser Ausstellung befand, wird der Bogen auf eine Anlegtafel gebreitet und von der Bandleitung unter den Tiegel geführt; letzterer erhält seine Bewegung ähnlich wie bei der Scandinaviapresse. Die Bandleitung ist um den Tiegel herumgeführt und hebt und senkt sich mit demselben (Skizze im Buchdrucker-Journal 1855 S. 205).

B. Druckmaschinen mit Zylinderdruck und gewöhnlicher Form.

a) Einfache Maschinen.

Die Form hat mit dem Karren eine hin- und hergehende Bewegung, bei einer derselben erfolgt der Druck durch einen Zylinder, welcher den Bogen zwischen seiner Oberfläche und der Form durchführt.

11) Die Maschine von König und Bauer vom Jahr 1812 (Abbildung im Buchdrucker-Journal 1851 S. 228). Der Karren erhält seine hin- und hergehende Bewegung durch einen unterhalb an demselben angebrachten Rechen, d. h. eine Zahnstange, in deren Zähne ein Getriebe theils von oben, theils von unten eingreift; der Druckzylinder ist an drei Stellen mit Filz bekleidet, mit Punkturen versehen, und an jeder der drei Stellen befindet sich ein mit Bändern bespanntes Rähmchen; er macht für jeden Hin- und Hergang der Form den dritten Theil einer Umdrehung und führt dabei den Bogen über die Form; während der übrigen Zeit steht er wegen des Anlegens und behufs des Rückganges der Form still. Während jeder Dritttheildrehung legt sich das obenstehende Rähmchen nieder, um den frisch aufgelegten Bogen zu fassen, das dritte aufsteigende Rähmchen öffnet sich, um den bedruckten Bogen auszugeben. Zuführung, Vertheilung auf Auftragen der Farbe ist wie bei der Tiegeldruckmaschine Nro. 1. Die Maschine machte unter Beihülfe eines Anlegers und Abnehmers 800 Abdrücke in der Stunde.

Um die absatzweise Bewegung des Druckzylinders hervorzubringen, wurde von König und Bauer die interessante Kombination des Horn- und Segmentenrades erfunden, vermöge welcher von einem stetig sich drehenden Rade aus an einem bestimmten Punkte ein mit demselben verbundenes Segment mit einem anderen Rad (welches sich am Druckzylinder befand) nach ganz allmähliger Ueberführung aus der Ruhe in Bewegung in Eingriff gesetzt wurde, letzteres um $1/3$ herumdrehte und dann ebenso wieder ganz allmählig aus der Bewegung in Ruhe versetzte.

12) Die König und Bauer'sche Maschine vom Jahr 1816. Der Druckzylinder erhält eine kontinuirliche Bewegung und kann wegen des Wegfalls der vorher störenden Bedingung, die schwere Masse desselben abwechselnd in Ruhe und Bewegung zu setzen, mit größerer Geschwindigkeit getrieben werden; er ist daher nur in einer durch die Bogengröße bestimmten Ausdehnung mit Filz belegt und die Form kann an den übrigen Stellen unter demselben zurückgehen, ohne ihn zu berühren; die Rähmchen sind durch Bandleitungen ersetzt, die ebenfalls eine kontinuirliche Bewegung erhalten und den Bogen theils an den Rändern, theils zwischen den Kolumnen da zwischen sich führen, wo ein Druck nicht auszuüben ist. Es ist ein besonderer Anlegapparat angebracht, dessen Zuführungsbänder durch Horn- und Segmenträder eine intermittirende Bewegung erhalten, und welcher mit Punkturmarken zum richtigen Anlegen des Bogens beim Wiederdrucke versehen ist. Das Farbwerk ist wesentlich verbessert; die aus Masse gegossenen Auftragwalzen konnten bereits Anwendung finden. Die Maschine machte unter Beihülfe eines Anlegers und Abnehmers 900 bis 1000 Abdrücke in der Stunde bei einem Formate von 36 und 25 englischen Zollen (vergl. Abbildung im Buchdrucker-Journal 1851 S. 231).

13) Eine ausführliche Zeichnung und Beschreibung derselben Maschine mit den später angebrachten Verbesserungen enthält die Maschinenencyklopädie Bd. II. S. 761 und aus dieser Quelle das Buchdrucker-Journal 1850 Nro. 22. Die Bogenführung erfolgt durch vier Bändersysteme, das Horn- und Segmentenrad hat eine gegen früher verbesserte Gestalt, das Farbwerk besteht aus einem von einer Walze begrenzten Troge; von der Trogwalze (Doktorwalze) nimmt die Uebertragwalze Farbe ab und gibt sie an die Mittelwalze; auf dieser liegen oberhalb zwei Vertheilungswalzen, unten berühren dieselben die beiden Auftragwalzen, die Mittelwalze wird durch eine am Fundamente angebrachte Zahnstange gedreht und bewegt dadurch die Auftragwalzen und Aufreiber; die Bewegung der Uebertragwalze, die traversirende Bewegung der Aufreiber und die Bewegung der Farbtrogwalze wird von dem Bewegungsmechanismus hervorgebracht. Die Maschine liefert 900—1200 Abdrücke in 1 Stunde.

14) In der neueren König und Bauer'schen Maschine vom Jahre 1840, welche ebenfalls in der Maschinenencyklopädie Bd. II.

S. 772 und aus dieser Quelle im Buchdrucker-Journal 1851 Nro. 1 ausführlich abgebildet und beschrieben ist, besteht die karakteristische Hauptänderung in der Anwendung der Hypozykloidalbewegung zur Erzeugung der hin- und hergehenden Bewegung des Fundamentes in einer viel sanfteren Art als durch die früher angewendeten Rechen. Es hat dies eine totale Umwandlung des Bewegungsmechanismus zur Folge, indem der Druckzylinder, dessen Peripheriegeschwindigkeit in jedem Augenblicke mit der des Fundamentes korrespondiren soll, nun wegen der ungleichförmigen Bewegung des letzteren von diesem aus bewegt werden muß. Es geschieht dies durch eine am Fundamente angebrachte Zahnstange, welche ein an der Achse des Druckzylinders befindliches Zahnrad dreht; letzteres ist während der hereingehenden Bewegung des Fundamentes mit dem Druckzylinder selbst verbunden, läuft aber bei der Rückbewegung des Fundamentes lose um die Achse desselben, während der Zylinder durch den Ausrückmechanismus still gehalten wird. Der Druckzylinder dreht sich daher nur während des halben Spiels, und steht während der anderen Hälfte still; die Aus- und Einrückung erfolgt zu den Zeiten, wo sich Fundament und Zylinder mit der geringsten Geschwindigkeit bewegen und die Form unter letzterem bereits hindurchpassirt ist. Den Bogen halten an dem vorderen Rande Greifer am Zylinder fest, die Bandführung ist daher eine wesentlich vereinfachte, die Horn- und Segmentenräder sind entbehrlich geworden. Das Farbwerk wird durch eine am Fundamente angebrachte zweite feinere Zahnstange in Umdrehung gesetzt, und auf dasselbe außerdem noch die Querbewegung der Aufreibwalzen, die schwingende Bewegung der Farbeübertragwalze und die langsame drehende Bewegung der Farbtrogwalze übertragen. Das Fundament ruht vertikal unter dem Druckzylinder auf zwei großen Friktionsscheiben.

15) Napier's Schnellpresse, im Buchdrucker-Journal 1837, S. 49 abgebildet, enthält den Rechen zur Bewegung des Fundamentes, zwischen dem letzteren und den Bahnen einen frei beweglichen Rahmen mit Reibungsrollen liegend, der nur den halben Weg des Fundamentes durchläuft und den Reibungswiderstand bei Bewegung des Fundamentes auf wälzende Reibung reduzirt, ein nur aus fünf Walzen bestehendes Farbwerk und einen großen, stetig nach einer Richtung gedrehten Druckzylinder. Zur Sicherung vollkommen gleicher Bewegung zwischen Fundament und Druckzylinderoberfläche sind beide während des Druckes

noch durch Verzahnung verbunden. Die Bandleitungen des Bogens sind entfernt und durch Greifer, gripers, ersetzt. Die Einrichtung dieser Greifer macht Taf. 46, Fig. 26 deutlich. Hier ist ab der mit Filz überzogene Theil des Druckzylinders; unterhalb a hat der letztere eine Oeffnung, in welcher die Welle c sich befindet, welche in den beiden Platten d ihre Lagerung hat. An dieser Welle sind die 4 Finger oder Greifer e befestigt, von denen der hier sichtbare in der Stellung gezeichnet ist, in welcher er den vorderen Bogenrand an den Zylinder andrückt und dadurch den Bogen mit dem Zylinder verbindet. An c befindet sich ein Zahnrad, welches in den an der Scheibe f angebrachten Zahnsektor eingreift; f ist um den Zapfen g drehbar und ist mit dem Zapfen h verbunden, der in einer außerhalb des Zylinders am Gestell angebrachten Spur i läuft. Diese Spur besteht aus einem Bogen von kleinerem und einem von größerem Halbmesser, mit den dazwischen liegenden Uebergängen. In der gezeichneten Stellung befindet sich h in dem Bogen von kleinem Halbmesser; tritt aber h bei fortgesetzter Drehung des Druckzylinders auf den Bogen mit größerem Halbmesser über, so dreht sich der Zapfen h nach c zu und bewirkt dadurch in dem Zahnrade und der Welle c eine Drehung, vermöge welcher sich die Greifer e öffnen und dem Bogen gestatten, sich von dem Zylinder zu entfernen. Um in beiden Stellungen die Scheibe und die Greifer feststehend zu halten, hat erstere zwei Einkerbungen, in welche der durch die Feder k angedrückte Sperrkegel l einfällt.

Führungsbänder sind nicht vorhanden. Der durch die Greifer gefaßte Bogen geht nur an einigen feststehenden Bändern vorüber, durch welche er an den Zylinder angestrichen wird. Zum Ablösen des Bogens vom Zylinder dienen ein Paar zwischen denselben befindliche Bänder, die sich an der Ablegstelle tangential von dem Zylinder entfernen.

Die Presse wird namentlich auch zum gleichzeitigen Abdrucken der neben einander auf dem Fundament stehenden Schön- und Wiederdruckform auf einem Papierbogen von doppelter Formatgröße empfohlen, so daß der Druck auf einem solchen Doppelbogen dann durch nochmaliges Hindurchlassen durch die Maschine in verwendeter Lage beendet wird; es wird dann auf der Rückseite des Schöndrucks die Wiederdruckform und auf der Rückseite des Wiederdruckes die Schöndruckform abgedruckt. Man erhält hierdurch zwei Bogen, die nur noch von einander zu trennen sind, wozu die Napier'sche Presse in der Mitte

der Zylinderbreite auch noch ein Messer enthält, das bei dem zweitmaligen Bogendurchgange angewendet wird. In dieser Anwendung hat die Napier'sche Presse eine Leistung gleich der einer Doppelmaschine.

16) Die Schnellpresse von Schumacher in Hamburg, welche in der Maschinenencyklopädie, Bd. II. S. 785, ausführlich beschrieben und abgebildet wurde, ist im Wesentlichen eine Napier'sche Presse, mit einigen an derselben angebrachten Veränderungen.

17) Die Napier'sche Presse in der Ausführung von R. Hoe und Comp. in Newyork (Skizze in Appletons Dictionary Vol. II. p. 485) unterscheidet sich namentlich durch eine gegen die Napier'sche Einrichtung veränderte Anbringung der Federn unterhalb am Boden des Gestelles, welche das Fundament an jedem Ende seines Laufes zusammenpreßt, um den todten Punkt zu überwinden; sowie ferner durch Anwendung eines Mechanismus zum Auslegen der gedruckten Bogen, der im Wesentlichen in einem leichten schief gestellten Rahmen besteht, auf welchen der Bogen, nachdem er den Zylinder verlassen hat, herabgleitet und der sich dann so umlegt, daß er den Bogen, welcher durch den Luftwiderstand an ihm gehalten wird, auf die bereits vorhandene Bogenschicht aufbreitet, worauf dieser Rahmen wieder zurückgeht um einen neuen Bogen zu fassen. Bewegt wird der Rahmen durch eine am Ende des Druckzylinders angebrachte Spurscheibe. — A. B. Taylor in Newyork bringt an beiden Enden des Fundamentes Kolben an, welche sich in an dem Gestelle angebrachte passende Zylinder einschieben, und die in denselben enthaltene Luft zusammenpressen, daher eine Luftfeder erzeugen, durch welche ebenfalls der todte Punkt leicht überwunden wird. (The world of Art and Industry, Newyork 1854. p. 60.)

18) Hoe's einfache Maschinen mit kleinem Druckzylinder haben das Karakteristische, daß die Bogen nach beendetem Drucke in größere Höhe durch die Austragrollen geführt werden, um einen Ablegapparat wie bei den Maschinen mit größerem Zylinder anbringen zu können. (Buchdrucker-Journal 1852, S. 271.)

19) Die seit 1836 von Helbig und Müller in Wien gebauten sogenannten Wiener Schnellpressen sind in der Maschinenencyklopädie, Bd. II. S. 778, und aus dieser Quelle im Buchdrucker-Journal 1851, Nr. 4 ausführlich beschrieben und abgebildet. Sie

karakterisiren sich durch die nachfolgenden Einrichtungen. An dem einen Ende des Gestelles liegt die horizontale Hauptwelle, welche einen Krummzapfen und zwei façonnirte Scheiben enthält; von dem Krummzapfen aus wird durch eine in vertikaler Ebene schwingende und stumpfwinklig gekröpfte Kurbelstange das Fundament hin- und herbewegt und erhält daher einen allmälig aus der Ruhe in Bewegung und umgekehrt übergehenden Gang, abweichend von der bis dahin von König und Bauer ausschließlich angewendeten Bewegungsübertragung durch den Rechen. Die so erzielte ungleichförmige Bewegung macht es nothwendig, den Druckzylinder unmittelbar vom Fundamente aus zu bewegen, um die übereinstimmende Geschwindigkeit zwischen diesen beiden Haupttheilen der Presse zu erhalten. Zu dem Zwecke befindet sich an dem Fundamente eine Zahnstange und am Zylinder ein Zahnrad. Der Zylinder soll sich aber nur während des Einfahrens der Form bewegen, und bei der rückgängigen Bewegung der letzteren still stehen. Es sind deshalb an der betreffenden Stelle mehrere Zähne am Zahnrade des Zylinders weggeschnitten und es befindet sich an dem Zahnrade ein Zapfen, in welchen eine Gabel am Ende einer horizontalen Schubstange eingreift, die durch die vorher erwähnten façonnirten Scheiben der Hauptwelle eine solche Verschiebung erhält, daß sie das Zahnrad des Zylinders zu den erforderlichen Zeitpunkten in die Zahnstange einrückt und wieder ausrückt. An dem Zylinder sind die Napier'schen Greifer, welche in etwas veränderter Art bewegt werden, angebracht. Die Bandleitungen sind auf ein Minimum reduzirt und es beginnen die äußeren Bänder erst kurz vor der Druckstelle des Zylinders; das Farbwerk besteht aus 7 Walzen, von denen die größere Mittelwalze wie gewöhnlich durch eine Zahnstange vom Fundamente aus, dagegen die Farbtrogwalze mit Riemenscheiben von der Hauptwalze aus bewegt wird. Die Farbtrogwalze bewegt durch Kämme von verschiedener Breite die Uebertragwalze und bewirkt durch Kurbel und Hebel die Längenbewegung der Aufreibwalzen. Die Punkturen erhalten ihre Bewegung von der vorher erwähnten horizontalen Schubstange aus. Die Maschine macht 1200 Spiele in der Minute.

20) Die Schnellpresse aus der C. Reichenbach'schen Maschinenfabrik in Augsburg, welche auf Taf. 47 abgebildet ist, karakterisirt sich durch die sogenannte Eisenbahnbewegung, welche als eine Kombination des von Napier angewendeten Rahmens mit den

Tragwalzen und der von Helbig und Müller angewendeten Kurbel zur Bewegung der Form angesehen werden kann. Man erhält durch diesen Mechanismus eine Bewegung des Fundamentes, welche doppelt so lang ist, als der Durchmesser des Kurbelkreises, während eine direkte Verbindung der Kurbelstange mit dem Fundamente einen Kurbelkreis voraussetzt, dessen Durchmesser gleich der Größe des Fundamentweges ist.

In Fig. 29 ist die Presse nach ihrer Länge durchschnitten in $^1/_{15}$ der natürlichen Größe dargestellt. A ist ein Schwungrad, dessen Welle auf den beiden Hauptwänden des Pressengestelles in Lagern ruht und dessen eine Speiche mit einer Kurbel zur Bewegung der Presse versehen ist. An der Schwungradwelle befindet sich die Riemenscheibe B, welche durch einen Riemen mit der an der Hauptwelle D befindlichen Riemenscheibe C verbunden ist. Die Hauptwelle trägt die Kurbel E zur Bewegung des Fundamentes, die façonnirten Scheiben FF' zur Aus- und Einrückung des Druckzylinders und die façonnirte Scheibe G zur Bewegung der Punkturen innerhalb des Preßgestelles; außerhalb desselben eine Schnurscheibe, die mit der Schnurscheibe H verbunden ist, zur Bewegung der Farbtrogwalze.

Die Kurbel E steht durch die Kurbelstange J mit dem Rahmen K in Verbindung, in welchen Achsen eingelagert sind, welche die Zahnräder LL und neben denselben Laufräder tragen, deren vorstehende Spurkränze hinter den Rädern LL sichtbar sind. Diese Laufräder ruhen unterhalb auf Bahnen, welche auf der Bodenplatte N befestigt sind und tragen die unterhalb an dem Fundamente O angeschraubten Schienen. Die Zahnräder LL greifen in die Zahnstangen MM ein, von denen die eine an der Grundplatte, die andere an dem Karren oder Fundamente O der Presse befestigt ist. Der Durchmesser der Laufräder ist vollkommen gleich groß mit dem Theilrißdurchmesser der Zahnräder, und es legt daher vermöge der geschilderten Verbindung das Fundament O einen doppelt so großen Weg zurück, als der Rahmen K. Die Verbindung der Laufschienen Q mit dem Fundamente macht Fig. 30 in größerem Maßstabe deutlich, wo bei P die Querverbindung von der Endseite gesehen dargestellt ist.

Mit dem Fundamente sind zu beiden Seiten nach der in Fig. 31 verdeutlichten Art die Zahnstangen R verbunden, welche in die an den beiden Stirnseiten des Druckzylinders S angebrachten Zahnräder T eingreifen und dadurch den Zylinder drehen. Damit eine vollkommen

gleichmäßige Geschwindigkeit zwischen Fundament und Druckzylinder erreicht wird, sind 2 Zahnstangen vorhanden, welche zur Vermeidung eines Zwischenraumes zwischen den im Eingriff befindlichen Zähnen der Länge nach verstellt, und so mit den Zähnen der Zahnräder zu inniger Berührung gebracht werden können. Bei andern Konstruktionen wendet man zu gleichem Zwecke auch 2 neben einanderliegende und verstellbare Zahnstangen an. Der Zylinder soll sich nur drehen, wenn die Form mit dem Fundamente von links nach rechts geht, dagegen stille stehen und die Zahnstangen R unter den Zahnrädern hindurchgehen lassen, wenn sich die Form, wie in der Zeichnung Fig. 29, von rechts nach links bewegt. Zu dem Ende sind an einer Stelle, welche in Fig. 29 und 32 nach unten gekehrt ist, die Zähne der Zahnräder T nach Richtung einer Sehne abgeschnitten, und es ist daher nothwendig, daß Anfang und Ende der Zylinderbewegung, sowie Einrückung und Ausrückung durch einen besonderen Mechanismus bewirkt werden. Hierzu dienen die façonnirten Scheiben F und F′, welche im doppelten Maßstabe in Fig. 33 nebst den übrigen auf der Hauptwelle D angebrachten Einrichtungen deutlich gemacht sind. Diese Scheiben berühren die beiden Reibungsrollen U und U′, welche am Ende des Stabes V angebracht sind und diesem Stabe ihrer Form entsprechend zu bestimmter Zeit eine geringe Verschiebung nach rechts oder links mittheilen. Das Ende dieses Stabes ruht dabei auf der Scheibe Z, während das andere Ende mit dem vertikal stehenden Hebel W (Fig. 29) verbunden ist. Letzterer hat bei X seinen Drehpunkt und ist oberhalb mit einer Klaue versehen, in welche der an der Stirnseite des Druckzylinders angebrachte Bolzen Y einpaßt. Bei beginnendem Vorwärtsgang der Form bewegt sich diese Klaue ein wenig nach rechts, rückt dabei das Zahnrad T in die Zahnstange ein und geht dann so viel nach links, daß sie nach ziemlich beendeter Kreisdrehung des Zylinders den Bolzen Y wieder faßt, den Zylinder erst zur Ruhe bringt und dann während des Rückganges der Form in Ruhe erhält.

Am Druckzylinder sind bei a und b die Einrichtungen zum Befestigen des zwischen a und b befindlichen Ueberzugs sichtbar; c sind die den Bogenrand an den Zylinder andrückenden Greifer. An der im Zylinder liegenden Greiferwelle ist äußerlich ein Hebel mit Reibungsrolle angebracht, welche letztere an der am Gestell befestigten façonnirten Scheibe d d (Fig. 32) läuft und durch die Feder e an

dieselbe angedrückt wird. Aus der Form dieser Scheibe d ist ersichtlich, daß sogleich bei Ingangsetzung des Zylinders die Greifer sich schließen und den Bogen daher mit dem Zylinder herumführen, bis nach ungefähr $^2/_3$ der Drehung sie sich wieder öffnen. Der Bogen wird durch die Blende f behindert, mit den links liegenden Theilen der Maschine in Berührung zu kommen.

Die Bandleitung ist am deutlichsten aus Fig. 34 zu ersehen; von der Walze g aus sind nämlich an den Stellen, wo der Bogen einen Letterndruck nicht erhalten soll, Bänder geführt, welche einen Theil von S berühren, dann über h nach i und von hier zurück nach g gehen. Diese Bänder legen sich äußerlich an den Bogen und halten ihn während des Druckens in Berührung mit dem Zylinder. Zwischen Bogen und Zylinder liegen ebenfalls Bänder, welche um den Zylinder S, von da nach h und über l nach S zurückgehen. Zwischen h und k sind ebenfalls Bänder gezogen, an welche sich die von den Greifern losgelassenen Bogenenden anlegen, um durch sie nach dem Austragbrette m geführt zu werden, wo sie von dem Abnehmer in Empfang genommen und bei n übereinandergelegt werden (Fig. 29). Sämmtliche Bandleitungen erhalten ihre Bewegung von dem Druckzylinder aus und stehen daher still, wenn der letztere still steht. Die zwischen S, h und l gezogenen Bänder dienen namentlich dazu, den bedruckten Bogen vom Zylinder abzulösen. Die Spannung wird den Bandführungen durch die Scheiben l und i gegeben; die Bandscheiben l sind nämlich durch Arme p nach Fig. 35 an der Welle o befestigt, und die Bandscheiben l durch den Arm q nach Fig. 36 an derselben Welle o; durch das Gegengewicht r wird aber die Welle o so gedreht, daß die Bandleitungen den erforderlichen Grad von Spannung erhalten.

s ist das Anlegbrett, auf welches die Bogen von der vorräthigen Schicht auf der Tafel t herabgeführt werden. Hier dient die verstellbare Marke v zur Bestimmung, wie weit der eine Rand des Papiers nach der Länge des Zylinders zu vorgeschoben werden soll, während die niedergelegten Marken u am Zylinder bestimmen, wie weit der vordere Bogenrand vorgeschoben werden muß, damit ihn die Greifer richtig fassen können. Diese Marken sind durch Arme mit der Querwelle w verbunden; an letzterer befindet sich ein Hebel y, dessen Ende (Fig. 32) auf einer exzentrischen Scheibe x ruht, die an der einen Seite auf die Zylinderachse aufgeschoben ist. Diese Scheibe x hebt die Marken auf, wenn

unter ihnen der durch die Greifer gefaßte Bogen hindurchpassiren soll. Ist der Bogen bereits auf einer Seite bedruckt, und hat er durch die in den Zylinder eingesetzten Punkturspitzen dabei bereits die Punkturlöcher erhalten, so wird bei dem Auflegen zum Wiederdruck der Punkturapparat in Thätigkeit gesetzt. An dem Hebel z, Fig. 29, sind nämlich, wie dies Fig. 38 deutlicher zeigt, die Punkturspitzen a'a' befestigt, welche durch Schlitze in dem Auflegbrette s hindurchragen, wenn z gehoben ist; es findet dies Statt, sowie der vorhergehende Bogen von dem Zylinder vorwärts bewegt ist, und es werden die Punkturspitzen zurückgezogen bevor die Bewegung des neu aufgelegten Bogens beginnt. Dies erfolgt von der Scheibe G an der Hauptwelle aus (Fig. 33). Diese wirkt gegen die an dem Hebel c' angebrachte Friktionsrolle b', die immer gegen G angedrückt bleibt, da c' an dem anderen Ende mit dem Gegengewichte d' versehen und bei g' um einen Zapfen drehbar ist. Von d' geht eine Zugstange e' nach dem Hebel f', welcher mit seinem anderen Ende gegen z wirkt.

Die vorher erwähnte Scheibe x setzt übrigens noch durch die Schubstange h', den Hebel i' und die Stange k' den Bogenzähler l' (Fig. 32) so in Thätigkeit, daß die Zeiger desselben nach jedem Umgange des Zylinders, d. h. nach jedem gedruckten Bogen um eine Einheit weiterrücken.

Aus dem bis jetzt Erwähnten wird deutlich werden, wie jeder regelmäßig aufgelegte Bogen von den Greifern gefaßt, mit dem Zylinder herumgeführt, dabei mit der unter dem Zylinder in gleicher Geschwindigkeit sich hinbewegenden Form in Berührung gebracht, und endlich wieder ausgegeben wird; es ist daher nur noch anzugeben, wie nach jedem Abdrucke die Form von neuem geschwärzt wird.

Der mit Farbe gefüllte Farbtrog m' wird auf der einen Seite durch die eiserne abgedrehte Farbtrogwalze n' begrenzt, gegen deren Umfang am Boden des Farbtrogs eine Schiene so gestellt ist, daß die Walze sich bei ihrer Drehung stets mit einer Farbschicht von bestimmter Stärke überzieht. Diese Drehung erfolgt durch die beiden verbundenen Schnurscheiben o' und p' von der Riemenscheibe H aus. Zur Abnahme einer bestimmten Menge von Farbe und Uebertragung an das Farbwerk dient die schwingende Walze q', welche theils mit n', theils mit r' in Berührung gebracht wird. Zu dem Ende ist sie durch Hebelarme mit der Welle s' verbunden, an welche sich auch der vertikale

Hebelarm t' nach Maßgabe der größeren Darstellung in Fig. 39 befindet. An t' ist oberhalb entsprechend verstellbar die Reibungsrolle u' angebracht, welche gegen einen Kamm v', der auf die Welle der Farbtrogwalze n' aufgeschoben ist, anstößt und bei der Drehung der Farbtrogwalze durch diesen Kamm eine schwingende Bewegung erhält, welche das Heben und Senken von q' zur Folge hat. Solcher Kämme v' liegen mehrere von verschiedener Breite neben einander, und es kann nach Erfordern entweder der eine oder der andere zur Einwirkung mit der Scheibe u' gebracht werden, was durch den Griff w' erfolgt; es wird dadurch bewirkt, daß q' etwas kürzere oder längere Zeit mit n' in Berührung bleibt, dabei etwas weniger oder mehr Farbe von n' entnimmt, und diese Farbe dann beim Aufruhen auf r' weiter überträgt (vergl. auch Fig. 44).

Die Walze r' ruht in Lagern an dem Gestell und liegt genau parallel zu n' und zur Ebene der Form; mit ihr in Berührung stehen die beiden Walzen x' und y', und diese berühren die größere Walze z', welche unterhalb mit den beiden Auftragwalzen a^2 und b^2 in Berührung sich befindet. Die Walze z' ist in Fig. 40 besonders gezeichnet; sie ist auf der einen Seite mit einem breiten Zahnrade c^2 versehen und erhält durch Vermittlung des Zwischenrades b^2 von der am Fundamente angebrachten Zahnstange d^2 aus eine drehende Bewegung, deren Peripheriegeschwindigkeit in jedem Zeitmomente mit der Geschwindigkeit der Form korrespondirt; da nun durch sie diese drehende Bewegung nicht nur auf x,' y', r' und q' übertragen wird, um dadurch eine gleichmäßige Vertheilung der Farbe nach der Richtung der Peripherie zu bewirken, sondern auch auf a^2 und b^2; so wird durch letztere Walzen die Einschwärzung der Form, sowohl bei der ein- als ausfahrenden Bewegung der Form, wenn dieselbe unter diesen Walzen vorübergeht, bewirkt werden. Außerdem findet aber noch eine gleichmäßige Vertheilung der Farbe nach der Länge der Walzen Statt, indem nach Fig. 40 die Farbwalze z' an dem einen Ende bei e^2 und nach Fig. 41 die Farbwalze r' bei f^2 Schraubengewinde von verschiedener Gangweite besitzen, durch welche die genannten Walzen eine Längenbewegung parallel zu ihrer Achse erhalten. (Diese traversirende Bewegung wird bei anderen Konstruktionen zuweilen durch einen besonderen Bewegungsmechanismus hervorgebracht.) Die hier geschilderten Bewegungen werden nur dann in der erforderlichen Art

hervorgebracht werden, wenn die Walzen genau zur Berührung eingestellt sind, was um so nothwendiger wird, als die aus Masse gebildeten Walzen im Laufe der Zeit etwas zusammentrocknen. Zu dem Ende werden die Walzen x′ und y′ durch die in Fig. 42, und die Auftragwalzen a^2 und b^2 durch die in Fig. 43 abgebildeten Stellvorrichtungen in die erforderliche Lage eingestellt. In Fig. 42 ist g^2 ein Stück der Seitenwand des Gestelles, h^2 die Achse der Aufreibwalze y′. Das Lager der letzteren läßt sich durch die Stellschraube i^2 mehr oder weniger zwischen r′ und z′ hineinschieben, durch die Stellschraube k^2 heben oder senken; in der richtigen Stellung erfolgt die Befestigung durch die Stellschraube l^2. In Fig. 43 ist m^2 ein Stück der Gestellwand; n^2 das Lagergestell für die Achse o^2 einer der Auftragwalzen a^2 oder b^2. An der Gestellwand sind die Nasen q^2 vorhanden, gegen welche sich die Stellschrauben p^2 stemmen und dadurch eine Horizontalverschiebung der Auftragwalzen gestatten, während die Stellschraube s^2, welche gegen die Nase r^2 wirkt, eine Hebung und Senkung zuläßt. In der richtig justirten Stellung wird die Schraube t^2 angezogen.

Noch ist in Fig. 45 die Art und Weise dargestellt, wie die Lager des Druckzylinders genau ihrer Höhe nach justirt werden können. Hier ist u^2 der eine Zapfen dieses Zylinders; die obere und untere Lagermuschel, welche in der Führung x^2 gleiten, können durch die Stellschrauben v^2 und w^2 höher oder tiefer gestellt werden.

Eine im Jahre 1855 auf der Pariser Ausstellung befindliche Presse dieser Art trug die Fabriknummer 135.

21) Die Schnellpresse der Reichenbach'schen Maschinenfabrik auf der Münchner Ausstellung im Jahre 1854 zeichnete sich durch das in horizontaler Lage im Gestell der Presse liegende Schwungrad und die Bewegung des Fundamentes mit Kurbel und in horizontaler Ebene schwingender Kurbelstange aus; der von der Maschine in dieser Anordnung eingenommene Flächenraum ist gegen früher um ein Drittel vermindert.

22) Eine Abbildung der aus der Werkstatt von Joh. Deisler in Koblenz hervorgegangenen Presse mit Eisenbahnbewegung befindet sich im Buchdrucker-Journal 1849 als Beilage zu Nr. 8.

23) Die Universalpresse von Marinoni, Chevalier und Bourlier in Paris (Skizze im Buchdrucker-Journal 1854 S. 121), welche in Frankreich eine große Verbreitung gefunden hat, ist anscheinend

auf das Maß möglichster Einfachheit reduzirt; sie hat Eisenbahnbewegung, Greifer und ein Farbwerk mit Farbreibtisch.

24) Bei der Druckmaschine von Voirin, die sich auf der Pariser Ausstellung 1855 befand, wird der Karren durch ein Zahnrad getrieben, dem eine wiederkehrende Drehungsbewegung durch eine Kurbelstange mitgetheilt wird; sie ist mit einem eigenthümlichen Auslegemechanismus versehen, indem hinter dem Zylinder zwei endlose Ketten aufgespannt sind, die an einer Stelle durch ein Stück Zeug von etwa 1 Fuß Breite in Verbindung stehen. Dieses Stück Zeug läßt das Bogenende des von dem Zylinder abgeführten Bogens über sich schlagen und legt denselben auf die bereits abgelegten, indem es oberhalb derselben vorwärts geht. (Buchdrucker-Journal 1855 S. 214).

25) A. B. Dutatre hat die Schnellpresse vorzüglich für Verwendung zu Luxusarbeiten und den Holzschnittdruck eingerichtet; das Farbwerk hat zu möglichst gleichmäßiger Vertheilung der Farbe 6 Auftragwalzen und in dem Farbtroge wird die Farbe, um einen möglichst gleichen Ueberzug der Farbtrogwalze zu vermitteln, die für die hier zu druckenden Arbeiten etwas stärkere Farbe durch eine kleinere rotirende Walze in steter Bewegung erhalten. Außerdem ist unter dem eigentlichen Anlegtische noch ein zweiter angebracht, um beim Abdrucken der Wiederdruckform jedes Mal einen dünnen Bogen Papier mit einlaufen zu lassen, so daß dadurch die Gefahr des Abschmutzens verhindert wird. Auch ist zur Erzielung einer gleichmäßigen Bewegungsübertragung trotz des Betriebes mit Dampfkraft an der Presse unmittelbar ein Schwungrad angebracht. (Buchdrucker-Journal 1855 S. 218).

26) Die kleine Accidenzdruckmaschine von Hoe in New-York (Job printing machine, the little Jobber) hat die eigenthümliche (wahrscheinlich der Whitworth'schen kleinen Hobelmaschine nachgebildete) Einrichtung, daß der Rückgang des Karrens schneller erfolgt, als der Hingang; sie hat einen so leichten Gang, daß sie sogar durch ein Tretbrett in Bewegung gesetzt werden kann, ist ebenfalls mit Auslegeapparat versehen und soll bis zu 2500 Abdrücke in der Stunde geben können (Buchdrucker-Journal 1852 S. 217).

27) Von derselben Firma ist auch eine auf dem Prinzip der Zylinderpressen beruhende Kartendruckmaschine (Patent machine Card press) konstruirt worden, welche im Buchdrucker-Journal 1852 S. 232 abgebildet ist.

Es lassen sich an dieser Stelle am besten die beiden nachfolgenden Maschinen mit feststehender Form anschließen.

28) Bei A. Durand's Maschine (Bullet. d'Encour. 1822 p. 383) erhält die Form keine hin- und hergehende Bewegung, sondern es geht über dieselbe zuerst von der einen Seite die Auftragwalze, dann von der andern Seite der Druckzylinder mit dem aufgelegten Bogen. Beim Rückgange des Druckzylinders wird die Form gesenkt.

29) In ähnlicher Art ist Brewster's Presse eingerichtet, nur daß die Auftragwalzen gleichzeitig mit dem Druckzylinder hin- und hergeführt werden. (Buchdrucker-Journal 1854 S. 281).

Bevor wir die einfachen Zylinderdruckmaschinen verlassen, mögen hier noch einige Bemerkungen über Einzelheiten an diesen Maschinen folgen, welche nicht nur bei diesen, sondern auch bei den übrigen Maschinen Anwendung finden.

Der Zylinderüberzug ist auch hier, je nachdem die Schrift eine mehr oder weniger abgenutzte ist, ein weicher oder harter. Es wird im ersten Falle ein an beiden Enden mit in den Zylinder versenkten Stäben angespanntes, in der Stärke möglichst gleichförmiges Tuch, oder sogenanntes englisches Leder oder Moleskin, nach Befinden mit einer untergelegten Glanzpappe, angewendet und ein stets rein zu haltendes Schmutztuch darüber gespannt. Um den frisch aufgezogenen Ueberzug allseitig gleichmäßig niederzudrücken, läßt man die Presse längere Zeit mit einer mehrmals aus ihrer Lage verschobenen Form, ohne Farbe zu geben, sich bewegen und spannt dann den Ueberzug über den Zylinder fest. Für einen härteren Ueberzug legt man mehrere Bogen starkes Papier auf die Zylinderoberfläche, auf diese einen Ueberzug von feinem englischen Leder und dann den sogenannten Margebogen aus dünnem Preßpapier, endlich den äußersten Bogen. Die beiden letzten Bogen ersetzt man, wenn ältere Schrift gedruckt werden soll, durch einen Ueberzug von feinem festgewebtem Trikot. So ist es leicht möglich, den Ueberzug der Beschaffenheit der Form entsprechend schnell zu wechseln, und die Presse zu verschiedenen Arbeiten benutzen zu können. Die Stärke des Ueberzugs muß mit voller Genauigkeit eine solche seyn, daß der von der äußeren Oberfläche durchlaufene Weg ebenso groß ist, als der der Typenoberfläche.

Das Unterlegen beim Zurichten, um an verschiedenen Stellen der Form den Zwischenraum zwischen Zylinderoberfläche und Form

zu vergrößern oder zu vermindern, und dadurch die verschiedenen Schwärzeffekte zu erzielen, erfolgt auf einem besonderen auf dem Zylinderumfange befestigten Bogen, aus welchem an den erforderlichen Stellen Stücke ausgeschnitten oder auf denselben aufgelegt werden.

Die Verhinderung von Falten in den aufgelegten Bogen, namentlich beim Plakatdrucke, wo in der Mitte eine Bandleitung nicht vorhanden seyn darf, setzt ein genaues Erfassen desselben und ein entsprechendes Einstreichen vor dem Schmutzbleche voraus, läßt sich aber nur dann genügend ausführen, wenn der Druckzylinder nicht schon durch längeren Gebrauch in der Mitte einen etwas geringeren Durchmesser durch stärkeres Zusammendrücken des Ueberzugs erlangt hat.

In der Anordnung des Farbwerkes haben die Maschinen mit Tischfärberei den Vorzug des gleichmäßigeren Berührens der Form durch die Auftragwalzen, während die mit einer zum Farbereiben versehenen Mittelwalze eines Nachstellens dieser Auftragwalzen ihrem sich verändernden Durchmesser entsprechend bedürfen. Nach mehrstündigem Arbeiten müssen die Walzen durch frische ersetzt werden. In dem Farbtroge wird die Breite der Spalte, durch welche Farbe auf die Tregwalze (Duktorwalze) übergehen kann, durch Bleieinlagen (Bleibacken) begränzt, und eine solche Bleieinlage auch an der Stelle des Mittelsteges angebracht, um hier das überflüssige Austreten der Farbe zu verhindern. Zu einem guten Einschwärzen der Form ist es erforderlich, daß die Auftragwalzen die Form zwei Mal überstreichen.

b) Doppelmaschinen.

Diese Maschinen werden so konstruirt:

α) Daß die Bewegung ähnlich wie bei der vorhergehenden Klasse von Druckmaschinen hergestellt wird, nur daß der Rückgang des Karrens ebenfalls zur Hervorbringung eines Druckes benutzt, die Form daher bei einem vollen Spiele zwei Mal geschwärzt wird, und bei dem Hingange der Form der eine, bei dem Hergange derselben der andere Zylinder druckt; es wird an zwei Stellen aufgelegt und an zwei Stellen abgenommen; oder

β) genau wie die unter a erwähnten Maschinen, nur daß die Breite wesentlich vergrößert und zwei Formen neben einander auf

das Fundament gestellt werden, wie dies bereits vorher bei der Napier'schen Maschine erwähnt wurde.

30) Von den ersten 1814 für die Times angefertigten beiden Doppelmaschinen von König und Bauer hatte eine jede zwei Druckzylinder mit je drei mit Filz und Punkturen versehenen Druckflächen, und zwischen denselben das gegen die erste einfache Zylinderdruckmaschine schon etwas verbesserte Farbwerk. Die Druckzylinder erhielten noch eine intermittirende Bewegung durch Horn- und Segmentenräder. Die drei Rähmchen der ersten Zylinderdruckmaschinen waren durch über Rollen geleitete Bänder ersetzt, welche ihre Bewegung von den Druckzylindern aus erhielten; das Anlegen erfolgte unmittelbar auf die Druckflächen der Zylinder, welche in der Ruhestellung nach oben gekehrt waren. Durch zwei Anleger und zwei Abnehmer bedient, machte die Maschine in der Stunde 1100 Abdrücke (vergl. Abbildung im Buchdrucker-Journal 1851 S. 229).

31) Die Verbesserungen, welche an dieser ersten Maschine einige Jahre später angebracht wurden, und welche dieselbe in den Stand setzten 1500 bis 2000 Abdrücke in der Stunde zu liefern (a. a. O. S. 233), bestanden in Herstellung der stetigen Bewegung der Druckzylinder, Ersatz der Rähmchen durch Bandführungen, Anbringung zweier Anlegapparate, und intermittirende Bewegung derselben in ähnlicher Art, wie dies Fig. 25 bei Beschreibung der Kompletmaschine deutlich macht. In dieser Form verrichtete die Maschine während einer langen Reihe von Jahren den Druck der Times.

32) Die Doppelmaschine von König und Bauer, welche in Berlin zum Drucken der Vossischen Zeitung angewendet wurde, ist (als erste vollständige Abbildung einer Druckmaschine) in den Verhandlungen zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1838 ausführlich beschrieben und abgebildet worden; dieselbe karakterisirt sich durch Fundamentbewegung mit dem Rechen; zwei, stetig nach entgegengesetzter Richtung bewegte Druckzylinder, zwischen denselben ein Farbwerk mit den vorher mehrfach angegebenen 7 Walzen; Führung des Bogens durch 4 Bändersysteme, Bewegung der Anlegapparate durch Horn- und Segmentenräder. In der Stunde werden bei mäßiger Arbeit 2400 einzelne Abdrücke gemacht.

33) Die Doppelmaschine von A. Applegath (Hauptwerk Bd. III. S. 418) enthält über der Form einen oszillirenden Rahmen, in

welchem unterhalb beide Druckzylinder liegen, von denen in den verschiedenen Stellungen des Rahmens der eine oder der andere zur Wirksamkeit kommt. Es sind bereits besondere Anlegapparate und Bandleitungen des Bogens nach dem Systeme von König und Bauer, wenn auch in verschiedener Anwendung, vorhanden.

34) Hoe's in New-York Doppelmaschine mit zwei abwechselnd druckenden Zylindern ist im Buchdrucker-Journal 1852 S. 297 abgebildet; bei der hin- und hergehenden Bewegung des Karrens sind Kautschukbuffer angebracht, um dem Fundamente sein Bewegungsmoment zu nehmen. Auch diese Pressen werden wie die übrigen dieser Werkstatt mit Auslegapparat angefertigt, und sind sehr stark und kräftig ausgeführt.

35) A. B. Dutatre hat eine Doppelmaschine auf den Druck doppelfarbigen, z. B. des Kalender-Druckes eingerichtet. Der Bogen geht, nachdem er den schwarzen Druck erhalten hat, unmittelbar mit der zweiten rothen Form in Berührung. (Buchdrucker-Journal 1855 S. 218.)

c) Mehrfache Maschinen.

Der Karren mit der Form geht unter einer Anzahl hinter einanderstehender Druckzylinder hin, jeder Zylinder erhält einen zu bedruckenden Bogen zugeführt und die Form wird zwischen je 2 hintereinanderfolgenden Zylindern geschwärzt.

36) Die erste 8fache Maschine von König und Bauer im zweiten Patente vom Jahre 1811 ist im Buchdrucker-Journal 1851 S. 227 in einer Skizze enthalten; sie ist nicht zur Ausführung gekommen. Bei derselben steht die Form auf einem großen in horizontaler Ebene sich drehenden Ringe, auf demselben liegen an 8 Stellen Farbeauftragkegel und Druckkegel (wegen der ringförmigen Bahn der Form mußten natürlich die Druckzylinder in Druckkegel verwandelt werden). Jeder Druckkegel sollte die erforderliche Bewegung, wenn die Form unter ihm vorüber ging, durch Horn- und Segmentenräder erhalten, welche sämmtlich von einem in der Mitte des Ringes befindlichen Zahnrade aus ihre Bewegung erhielten. Jeder Druckkonus hatte eine mit Filz belegte Fläche von der Bogengröße mit einem Rähmchen zum Festhalten des Bogens. Jeder Konus sollte bei einer Umdrehung des Ringes einen Abdruck machen, und es wäre möglich,

dem ringförmigen Karren wegen der von ihm auszuführenden stetigen Bewegung eine viel größere Geschwindigkeit zu geben, als bei den Maschinen mit einer hin- und hergehenden Bewegung des Karrens.

37) Die im Jahre 1827 nach der Erfindung von Cowper und A. Applegath von Dartfort durch letzteren hergestellte Timesdruckmaschine ist ihrem wesentlichen Prinzipe nach durch die Abbildung Fig. 27 (Taf. 46) verdeutlicht. Hier ist A der mit der Form a hin- und hergehende Karren, dessen Bewegung durch einen Rechen mit Getriebe bewirkt wird; über demselben liegen die 4 Druckzylinder B, C, D, E (in England paper-cylinders genannt); zu demselben gehören die 4 Auflegtafeln F, G, H und J; von diesen gehen die mit den Zylindern gleichbezeichneten Bandleitungen B^1, C^1, D^1 und E^1 aus, durch entsprechende Leitwalzen geführt nach den Ablegstellen bei B^2, C^2, D^2 und E^2 zu. An beiden Enden des Gestelles befinden sich Farbtröge mit Farbwalzen d, und vor und hinter der Form auf dem Karren die Farbereibtische f f. Auf letztere, wenn sie an je einem Ende des Gestelles sich befinden, wird durch die schwingenden Uebertragwalzen e die von d abgenommene Farbe übertragen. Die Farbtische gehen dann unter den Walzen c weg, welche in schiefer Richtung gegen eine parallel zur Druckachse liegende Linie gestellt sind, zugleich während ihrer drehenden Bewegung eine Längenverschiebung erfahren und dabei die Farbe gleichmäßig auf den Farbtischen vertheilen. Hierauf bewegen sich die Farbtische unter den Auftragwalzen b, b, b vorüber und geben dieser die Farbe. Letztere übertragen sie an die Form und heben sich dabei etwas in die Höhe, da die Oberfläche der Farbtische etwas tiefer liegt als die Oberfläche der Form. Diese Art der Schwärzung, bei welcher nur an der äußeren Seite des Druckzylinders B und E und zwischen C und D Auftragwalzen liegen, macht es möglich, bei jedem Hingange der Form 2 Abdrücke und bei jedem Rückgange der Form 2 Abdrücke zu erhalten, also bei einem Spiele der Maschine 4 Abdrücke. Es erfolgen dieselben in der Art, daß bei der Bewegung des Karrens von links nach rechts die Zylinder B und D drucken, die Zylinder C und E dagegen außer Wirksamkeit sind; und bei der Bewegung des Karrens von rechts nach links E und C drucken, während D und B außer Wirksamkeit sind. Die bei der ersten Bewegung in Wirksamkeit befindlichen Theile sind durch einen einfachen Pfeil ohne Striche, die

bei der zweiten Bewegung wirkenden Theile durch mit Fahnen versehene Pfeile in der Zeichnung dargestellt.

Der Karren durchläuft bei jedem vollen Spiele einen Weg von 176 Zoll, nämlich 88 Zoll beim Hingange und 88 Zoll beim Hergange, und hat ein Gesammtgewicht von circa 20 Zentner. Die Leistung wird zu 4000 bis 5500 Abdrücken in der Stunde angegeben, was bei 4 Abdrücken pro volles Spiel in der Minute $16^2/_3$ bis 22,9 vollen Spielen entspricht. Unter Voraussetzung des vorher angegebenen Gesammtweges von 176 Zoll ergibt sich hieraus eine Geschwindigkeit des Karrens von 47,13 Zoll bis 64,8 Zoll pro Sekunde, die in Berücksichtigung der bedeutenden in Bewegung befindlichen Masse in der That nicht wohl höher gesteigert werden konnte, ohne zu bedeutende Stöße am Ende der hin- und hergehenden Bewegungen zu erfahren. Der Weg aber, welchen der Karren durchlaufen mußte, um einen gedruckten Bogen zu liefern, betrug die bedeutende Größe von $\frac{176}{4} = 44$ Zoll, wesentlich eine Folge des Umstandes, daß nur jedes Mal 2 Zylinder druckten, und daß wegen der Bewegungsübertragung auf die Zylinder der Druck nicht früher beginnen konnte, als bis das Getriebe zur Bewegung des Rechens sich in die Lage gewendet hatte, in welcher es eine gleichförmige Bewegung auf den Karren übertragen konnte. Das Bedürfniß einer weit größeren Leistung veranlaßte die Timesdruckerei im Jahre 1848 zu einem anderen Pressensysteme überzugehen, das später beschrieben werden wird.

38) Die zum Drucke der Vossischen Zeitung in Berlin verwendete vierfache Sigl'sche Maschine (vergl. Notiz im Buchdrucker-Journal 1847 S. 69) hat 2 lange Druckzylinder und auf dem Fundamente 2 Formen neben einander liegend; beim Hingange der Form liefert der eine Druckzylinder daher 2 Abdrücke und beim Rückgange der andere Zylinder ebenfalls 2 Abdrücke, und das Gesammtergebniß steigt in der Stunde von 4000 bis auf 4800 Abdrücke, was $16^2/_3$ bis 20 vollen Spielen in der Minute entspricht. (Das Sigl'sche Etablissement in Berlin und Wien hat bis zum 1. Oktober 1853 nach den Angaben auf der Münchener Ausstellung 425 Schnellpressen verschiedener Konstruktion geliefert).

39) Eine vierfache Maschine mit drei Druckzylindern, welche bei jedem Hingange der Form 2 Abdrücke, bei jedem Rückgange

ebensoviel, also bei jedem vollen Spiele 4 Abdrücke macht, daher ebensoviel als die Applegath-Cowper'sche Presse mit 4 Druckzylindern, ist von der König und Bauer'schen Werkstatt 1847 für den Druck der Kölnischen Zeitung aufgestellt und in Gang gebracht worden. Sie beruht auf demselben Systeme, wie die sogleich zu beschreibende sechsfache Maschine derselben Firma, nur daß sie blos einen mittleren doppelt wirkenden Druckzylinder hat, während die sechsfache deren 2 besitzt. Sie ist 11 Fuß rheinländisch lang, 7½ Fuß breit, 8 Fuß hoch und wiegt circa 120 Zentner. 4 Knaben bewirken das Anlegen der unbedruckten Bogen, 4 andere das Abnehmen der bedruckten Bogen. Die Maschine macht bei schnellem Gange bis zu 1500 Spielen in der Minute und hat daher eine Maximalleistung von 6000 Abdrücken pro Stunde, mit vollkommen richtigem Registerhalten. Aehnliche Maschinen dienen auch in Augsburg, Berlin, Leipzig und an anderen Orten zum Zeitungsdruck.

40) Die sechsfache Schnellpresse mit 4 Druckzylindern von König und Bauer, welche von denselben auf die Münchener Ausstellung 1854 geschickt worden war, ist im 24. Theile der natürlichen Größe Fig. 17 (Taf. 44) durch einen Längendurchschnitt, Fig. 18 (Taf. 45) in einem Grundrisse von der Durchschnittsebene a b in Fig. 17 aus gesehen, dargestellt. Fig. 22 ist die Bänderleitung und der Bogenlauf, wenn die Form von links nach rechts geht, und Fig. 23 die Bänderleitung und der Bogenlauf, wenn die Form von rechts nach links geht.

Die Maschine hat 4 Druckzylinder A, B, C, D, von denen die beiden äußeren A und D für jeden Hin- und Hergang der Form einen Bogen, die beiden mittleren B und C hingegen jeder zwei Bogen auf einer Seite und von einer Form drucken, so daß für jedes Spiel der Form 6 bedruckte Bogen geliefert werden. Der Letternsatz wird in gewöhnlicher Weise auf einem ebenen Fundament befestigt, und erhält durch eine Hypozykloidalbewegung einen hin- und hergehenden Gang auf einer die ganze Länge der Maschine durchlaufenden Bahn.

Auf der Haupttriebwelle T befindet sich das konische Getriebe a, welches in das konische Rad b eingreift, auf letzterem steht der Zapfen c für das Zahnrad d, welches gerade halb soviel Zähne hat, als der innerlich verzahnte und an dem Maschinengestell

befestigte, daher unbewegliche Ring e. An letzterem wälzt sich bei einer Umdrehung von b daher d zwei Mal ab, und jeder Punkt im Theilriß beider Räder durchläuft dabei, dem Entstehungsgesetze der Hypozykloiden entsprechend, einen Durchmesser. Es befindet sich daher auch bei f ein Zapfen befestigt, durch welchen mittelst der Zugstange g dem Fundamente seine Bewegung mitgetheilt wird, da dieselbe bei h mit einem am Fundamente befestigten Zapfen verbunden ist.

Eine am Fundamente befestigte schmiedeiserne Zahnstange greift in entsprechende Räder an den 4 Druckzylindern und setzt dieselben abwechselnd nach der einen und anderen Richtung in rotirende Bewegung.

Die Bogen werden auf leichte Schlitten 1, 2, 3, 4, 5, 6, angelegt, welche durch Exzentriks und Winkelhebel in Bewegung gesetzt werden und die Bogen zunächst auf 6 Trommeln I, II, III, IV, V, VI bringen, woselbst sie durch kleine Greifwalzen erfaßt und zwischen Bändern geleitet den betreffenden Druckzylindern zugeführt werden.

Die Trommel I speist den Druckzylinder A. Die Trommeln II und III speisen den Druckzylinder B von der rechten und linken Seite. Die Trommeln IV und V speisen den Druckzylinder C von der rechten und linken Seite. Die Trommel VI speiset den Druckzylinder D.

Während der Bewegung der Form von links nach rechts (Fig. 22) gelangen die auf der Linken der Druckzylinder B C, sowie der über Druckzylinder D eingeführte Bogen zum Drucke; während der entgegengesetzten Bewegung, die auf der rechten Seite der Druckzylinder C und B, sowie der über A eingeführte Bogen.

Die Trommeln I und VI werden von den Druckzylindern A und D aus durch konisches Räderwerk direkt in Bewegung gesetzt, so daß dieselben, sowie auch das zugehörige Walzen- und Bändersystem, die abwechselnd nach der einen und anderen Richtung rotirende Bewegung annehmen. Demnach wird z. B. der auf Schlitten 6 (Fig. 22) angelegte Bogen, nachdem er den Druckzylinder D passirt hat und die Form die rückgängige Bewegung annimmt (Fig. 23), durch die Bänderleitung auf demselben Weg zurückgeführt, auf dem er eingeführt wurde, wobei er jedoch, ehe er den ersten Eingangspunkt erreicht hat, unter der Trommel VI durch einen hin- und herschwingenden Ableitzylinder x (Fig. 23) aus der Bahn gewiesen und auf die Abführungs-

bänder geleitet wird. Druckzylinder A und D werden bei dieser rückgängigen Bewegung durch Kniegelenke etwas gehoben, so daß der Bogen außer Kontakt mit der Form kommt.

Die Trommeln II, III und IV, V werden ebenfalls von den zugehörigen Druckzylindern B und C aus in Bewegung gesetzt, jedoch nicht unmittelbar, sondern die Bewegung wird zunächst auf 3 konische, mit einer eigenthümlich konstruirten Klauenauslösung in Verbindung stehende Räder übertragen, und von da durch Zwischengetriebe weiter fortgepflanzt. Die Auslösung K (Fig. 18) hat den Zweck, die abwechselnd rotirende Bewegung der Druckzylinder in eine kontinuirlich rotirende zu übersetzen, so daß die Trommeln II, III, IV, V sammt zugehörigem Walzen- und Bändersysteme immer nur nach einer Richtung laufen. Die Bogen werden durch diese Bänder nur bis an 3 kleine Wechselwalzen b, b′ und c, c′ (Fig. 22 und 23) geführt und treten hier zwischen 2 Walzen (p, p′ und q, q′) in ein neues Bändersystem, welches von obigen getrennt, direkt mit den Druckzylindern B und C in Verbindung steht und sonach der abwechselnd rotirenden Bewegung der Druckzylinder folgt, so daß die Bogen bald auf der einen, bald auf der anderen Seite der Druckzylinder eingeführt und ausgeführt werden können.

Die Wechselwalzen b, b′ und c, c′ sind in 3 um feste Mittelpunkte schwingenden und unter sich verbundenen Gestellen angebracht, welche durch ein kombinirtes Hebelwerk, von einer exzentrischen Scheibe aus, am Ende eines jeden halben Spieles in der Art hin- und herbewegt werden, daß die den Bogen auf der einen Seite der Druckzylinder einführenden Bänder mit den ihn auf der anderen Seite abführenden Bändern in korrespondirende Stellung kommen. In Fig. 22 wird also z. B. während die Form einen halben Weg (von links nach rechts) zurücklegt, der bei p eintretende Bogen um den Druckzylinder geführt, gedruckt, und bei p′ in die Abführungsbänder geleitet. In derselben Zeitperiode gelangt der auf Schlitten 3 angelegte Bogen bis an die Wechselwalzen b′ und tritt dann bei Rückkehr der Form zwischen die Walzen p′, indem die Wechselwalzen b′ die Stellung wie in Fig. 23 annehmen.

Die Farbzuführung und Vertheilung geschieht durch 2 Schwärztafeln s (Fig 17), welche am Fundament befestigt und aus zwei an beiden Enden der Maschine befindlichen Farbbehältern gespeist werden.

Die Verreibung der Farbe geschieht auf den Schwärztafeln durch drei schief gestellte Reibwalzen. Durch drei Paar zwischen den Druckzylindern befindlichen Farbwalzen wird dann die Farbe von den Schwärztafeln aufgenommen und auf die Lettern übertragen.

Die verschiedenen Exzentriks und Räder, welche zur Bewegung der Schlitten 1, 2, 3, 4, 5, 6, der Greifwalzen, zur Verschiebung der Wechselwalzen u. s. w. dienen, sind auf einer Spindel W (Fig. 18) befestigt, welche der ganzen Länge der Maschine nach läuft und von der Haupttreibwelle T aus getrieben wird; hier aber nicht mit abgebildet.

Der Grund dafür, daß außer den mittleren doppelt druckenden Zylindern noch zwei einfache angewendet werden, liegt in dem Umstande, daß die Form noch ein bedeutendes Stück über den mit ihr zuletzt in Berührung gewesenen doppelt druckenden Zylinder hinausgehen muß, bevor der bedruckte Bogen von demselben abgeführt und ein neuer ihm zugeführt werden kann; dieser Weg der Form läßt sich nur durch Anbringung eines einfach druckenden Zylinders noch nutzbar machen.

Die Maschine liefert von 6 Anlegern und 6 Abnehmern bedient, in der Stunde circa 7000 Abdrücke bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit der Form von ziemlich 47 englischen Zollen und bei einem Formate von höchstens 24 englischen Zollen.

Es ist von Interesse die Verhältnisse einer 4-, 6- und 8fachen Maschine nach dem vorliegenden Systeme, mit 3, 4 und 5 Druckzylindern, neben einander zu stellen, um daraus zu entnehmen, wie die 6fache Maschine als die äußerste Kombination von Druckzylindern zu betrachten sein wird, welche nach diesem Systeme noch mit Vortheil zu benutzen ist. Es mag dabei angenommen werden, daß der Abstand zweier Druckzylinder von Mittel zu Mittel 15 Zoll englisch beträgt, daß der Form eine Geschwindigkeit von 48 Zoll gegeben wird und daß die Formatgröße dieselbe ist, wie bei der eben beschriebenen Maschine. Es ist dann nach Analogie der vorher beschriebenen Zeichnung bei einer Maschine mit

3	4	5	Druckzylindern
57"	72"	87"	der Weg, welchen die Form bei jedem vollen Spiele zwei Mal durchläuft;
1516	1200	993,1	die Anzahl der vollen Spiele in der Stunde, bei durchgehender Annahme von 48 Zoll mittlerer Karrengeschwindigkeit;

25,18	20	16,55	die Anzahl der vollen Spiele in der Minute;
6064	7200	7945	die Gesammtzahl der in einer Stunde erfolgenden Abdrücke, wenn bei jedem vollen Spiele
4	6	8	Abdrücke gemacht werden;
28½"	24"	21¾"	der durchschnittliche Weg, den die Form für das Drucken eines Bogens durchlaufen muß.

Ist nun auch die letzte Zahl für die 8fache Maschine wesentlich kleiner, als für die 4fache, so rücken doch die Zeitmomente, in welchen die Maschine die einzelnen Druckzylinder berührt, vermöge der nothwendigen Vergrößerung des Weges so weit auseinander, daß die höhere Gesammtleistung von circa 8000 Bogen durch die wesentlich mindere Ausnutzung der Arbeitskraft der Anleger und Abnehmer, folglich durch wesentlich höheres Arbeitslohn erkauft wird.

41) William Little hat 1847 in London eine mehrzylindrige doppelt wirkende Schnellpresse nach dem eben beschriebenen Systeme im Modell konstruirt, bei welcher er durch Verringerung der Druckzylinderdimensionen eine größere Anzahl derselben nutzbar zu machen gesucht hat. (Buchdrucker-Journal 1847 S. 68.)

42) Die 4zylindrige Zeitungsmaschine von Marinoni, Chevalier und Bourlier in Paris, welche sich 1855 auf der Ausstellung in Paris befand, wirkt, nach der Abbildung im Buchdrucker-Journal 1855 Nr. 18 zu schließen, im wesentlichen nach dem System der König und Bauer'schen 6fachen Maschine, nur ist der Wechsel der Bogenzuleitung in anderer Art hergestellt. Ihre Leistung wird zu 6000 Bogen in der Stunde angegeben.

d) Schön- und Wiederdruckmaschinen oder Kompletmaschinen.

Nachdem der Bogen wie auf der Maschine unter a auf der einen Seite gedruckt ist, wird er in ∽förmigem Laufe unter den zweiten Zylinder gebracht und hier auf der anderen Seite mit dem Abdrucke der Wiederdruckform versehen.

43) Die König und Bauer'sche Maschine, welche im Jahre 1816 für Bensley und Sohn konstruirt wurde, bildet die Kombination zweier einfacher Maschinen zu einer, enthält zwei Formen, beide durch Rechen in Bewegung gesetzt, zwei Druckzylinder, zwei Farbapparate an den äußeren Seiten der Druckzylinder, aber nur einen Anlegapparat und statt des zweiten die Bogenführung vom ersten

Druckzylinder nach dem zweiten. Diese Bogenführung ist in Fig. 24 (Taf. 46) verdeutlicht. Hier ist a der Druckzylinder für die Schöndruck-, b der für die Wiederdruckform; beide haben kontinuirliche Bewegung und daher nur einen durch die Formatgröße bedingten Filzbeleg, so daß die Formen unter den nicht belegten Stellen der Druckzylinder zurückgehen können. Zwischen den Walzen c und d sind die Bänder ausgespannt, welche den Anlegapparat bilden; sie erhalten in den erforderlichen Zeiträumen eine drehende Bewegung, die auf d übertragen wird und stehen während der übrigen Zeit still. Ueber d befindet sich die andere kurze endlose Bandleitung e, welche die vordere Bogenkante veranlaßt, bei der Ingangsetzung von d und e der Peripherie von d zu folgen, und zwischen die den Bogen zwischen sich nehmenden äußeren und inneren Bandleitungen oder Friskets zu treten. Die eine Reihe endloser Bänder geht von den Walzen f aus über g, um einen Theil des Druckzylinders a, über die Walzen h, i, k, l und m nach dem Druckzylinder b und von hier über o, p, h und q nach f zurück. Die korrespondirende andere Reihe endloser Bänder geht von r aus an g vorüber, folgt hier dem vorher erwähnten Laufe der ersten Reihe über a, h, i, k, l, m, n, b bis o und wendet sich hier nach s, um über t, n, u, v, w und x nach r zurückzukehren. In dem durch das Zusammenlaufen zwischen g und r gebildeten Winkel tritt der Bogen zwischen beide Bandreihen und bleibt zwischen denselben bis zur Walze o, wo sich der Abnehmer zwischen beiden Druckzylindern befindet. Diese Bänder müssen daher an den Stellen des Bogens liegen, auf welche ein Druck nicht auszuüben ist. Dem Laufe beider Bandreihen nach liegen die Bänder der ersten Reihe am Druckzylinder a äußerlich an dem Bogen, die Bänder der zweiten Reihe zwischen dem Bogen und dem Druckzylinder, während die Lage derselben am zweiten Druckzylinder b die entgegengesetzte ist; es wird daher auf dem letzten Zylinder die Wiederdruckseite nach außen gekehrt sein. Damit die regelrechte Aufleitung des Bogens auf den zweiten Zylinder erfolge, ist noch ein System von Hülfsbändern über die Walzen y und z gezogen, und damit der Bogen von h bis m regelrecht geführt und getragen werde, ist ein anderes System von Bändern zwischen h und m vorhanden, welche den Bogen in den Zwischenräumen zwischen den übereinanderliegenden Bändern der ersten und zweiten Reihe tragen; diese Bänder gehen von h über i, k und l nach

m und kehren von hier über a', b' und p nach h zurück. Damit der Bogen gerade in dem erforderlichen Zeitmomente an der Wiederdruckform anlangt, wo die Korrespondenz mit der einen bereits gedruckten Fläche des Bogens eintritt (zum Halten des Registers), ist der Bogenweg leicht adjustirbar.

Die absatzweise Bewegung des Anlegapparates wird durch den in Fig. 25 abgebildeten Mechanismus des Horn- und Segmentenrades hervorgebracht. Das Getriebe A nämlich, welches an derselben Welle sich befindet, von welcher aus auch dem Druckzylinder seine stetige Umdrehung mitgetheilt wird, greift in das Rad B ein, an welchem sich das Zahnsegment C befindet; durch dieses erhält das Rad D etwa während eines Drittels einer vollen Umdrehung von B eine drehende Bewegung, während in der übrigen Zeit eine Bewegungsübertragung nicht Statt findet; die Bewegung von D geht durch die beiden konischen Radvorgelege E und F, sowie G und H auf die Walze d und dadurch auf die Bandleitung des Anlegapparates über. Um nun D mit wachsender Geschwindigkeit aus der Ruhe in Bewegung und mit abnehmender Geschwindigkeit aus der Bewegung in Ruhe zu setzen, hat das Segment C bei J eine gebogene und bei R eine ebene, dagegen das an D angebrachte Horn bei L eine gerade und bei M eine gebogene Fläche, und es befindet sich an einem Zahne von D eine Rolle N und an B ein Kamm O. Der in der Zeichnung bereits dargestellte Eingriff von C in D wird nun durch Abwälzen von J auf L hervorgebracht, und die Ruhe von D durch Abwälzen von M auf R, wobei zugleich O an N vorüberstreicht.

Die Maschine lieferte, durch einen Anleger und Abnehmer bedient, in der Stunde anfänglich 800, später 900 bis 1000 auf beiden Seiten bedruckte Bogen, also 1600 bis 2000 einfache Abdrücke. (Buchdrucker-Journal 1851 S. 230).

44) Bei der Maschine von Applegath und Cowper vom Jahre 1818 und später verbessert (Buchdrucker-Journal 1840 S. 17 und 1851 S. 132), ist das König-Bauer'sche System beibehalten aber vereinfacht. Die Walzen des Auflegapparates erhalten durch ein Zahnsegment die erforderliche drehende Bewegung zur Führung des Bogens bis zur Bandleitung und gehen dann durch Einwirkung eines Gewichtes wieder zurück. Die Bandleitung ist auf das Minimum der Bänderzahl reduzirt; statt des Systemes von Tragbändern oder Schnüren

zwischen beiden Zylindern sind größere Walzen angewendet. Die Druckzylinder haben einen größeren Durchmesser als bei König und Bauer. Bei dem Farbwerke sind Farbtische zum Aufreiben der Farbe angebracht, und jedes der beiden Farbwerke enthält 8 Walzen. In der Druckerei von Clowes in London werden 20 Schnellpressen von Applegath und Cowper durch zwei Dampfmaschinen von zusammen 10 Pferdekraft in Bewegung gesetzt. Die Leistung dieser Pressen wird von Babbage auf 800 bis 1000 auf beiden Seiten bedruckte Bogen in der Stunde angegeben, was 1600 bis 2000 einzelnen Abdrücken entspricht; gegenwärtig rechnet man bei diesen Maschinen 2000 bis 2400 Abdrücke in der Stunde.

45) Die vorher erwähnten Schnellpressen wurden in Frankreich von Thonnelier mit einigen Verbesserungen nachgebaut; die Abbildung einer von dem letzteren ausgeführten Maschine im Bulletin d'Encouragement 1832 p. 109 verglichen mit der vorher erwähnten Abbildung der Applegath-Cowper'schen Maschine zeigt einzelne Einrichtungen, die bei der letzteren Abbildung nicht zu sehen sind, z. B. die offenbar aus dem König und Bauer'schen Horn- und Segmentenrade hervorgegangene Bewegung des Anlegapparates, und gibt eine Vorstellung von der ursprünglich komplizirten Bandführung in der Cowper'schen Presse. — Auch Giroudot baute die Cowper'sche Presse in Frankreich mit kleinen Modifikationen vielfach nach.

46) Die erste in Frankreich von Selligue erbaute Schnellpresse, die in Bd. III des Hauptwerkes S. 413 beschrieben und abgebildet ist (nach dem Bulletin d'Encouragement Bd. XXIV, S. 157) ist noch wesentlich unvollkommener als die vorhergehend erwähnte. Die Druckzylinder werden während des Rückgehens der Form aufgehoben, es sind zwei Fundamente vorhanden, die in entgegengesetzter Richtung durch Ketten bewegt werden, die Bandleitung für den Bogen ist noch ziemlich unvollkommen.

47) Bei den Kompletmaschinen von D. Napier und Sohn heben und senken sich die beiden Druckzylinder abwechselnd, ersteres um die Form beim Rückgange durchgehen zu lassen.

Bei den Schön- und Wiederdruckmaschinen entsteht natürlich leicht ein Abschwärzen der bereits gedruckten Seite auf dem Wiederdruckzylinder; es muß daher durch öfteren Wechsel eines Schmutzbogens auf demselben dieser Nachtheil möglichst vermindert werden.

C. Druckmaschinen mit Zylinderform.

Bei diesen Maschinen wird die Form auf einen Zylinder oder ein dem Zylinder sich näherndes Prisma gebracht, und stetig nach einer Richtung bewegt, um einestheils die Geschwindigkeit entsprechend vergrößern zu können, was bei hin- und hergehender Bewegung wegen des Trägheitsmomentes der in Bewegung gesetzten Massen, wie bereits oben angegeben wurde, über eine gewisse Grenze hinaus nicht wohl möglich ist, anderntheils den nutzlos von der Form zurückzulegenden Weg auf ein Minimum zu beschränken. Sie sind sowohl für den Druck einzelner Bogen, als auch für den Druck endlosen Papieres entworfen und hergestellt worden.

a) Für das Bedrucken einzelner Bogen.

48) Bacon und Donkin befestigen die Form auf einem sich drehenden Prisma von 4, 5, 6 oder mehr Seiten; jede Seite enthält eine Kolumne oder Druckseite, erhält oberhalb durch eine Walze die Farbe und wälzt sich an einem durch die darunter liegende Walze vorüber geführten Bogen ab. Karakteristisch an dieser Maschine, welche für die Universität zu Cambridge gebaut wurde, ist die eigenthümliche Form vieleckiger Räder, durch welche die korrespondirende Bewegung von Prisma und Walze vermittelt wird. (Vergl. Abbildung in J. Nicholson's the operative mechanic 1834, p. 302).

49) D. Napier's Patent vom Jahre 1837 bezieht sich auf einen horizontal liegenden Zylinder mit kontinuirlicher Drehung, auf welchem die Form befestigt wird, und von welchem ein Theil des Umfanges als Aufreibtafel für die Farbe benutzt wird; an verschiedenen Stellen desselben werden Druckzylinder angebracht, welchen die Bogen durch Bandleitungen zugeführt werden; zwischen je 2 Druckzylindern erfolgt die Einschwärzung der auf dem Zylinder stehenden Form. (Dingler's Journal Bd. 67, S. 260.)

50) Die im Mai 1848 von Applegath konstruirten beiden, vollkommen gleichen Timesdruckmaschinen machten es möglich, eine kontinuirliche, der bis dahin angewendeten hin- und hergehenden Bewegung der Form zu substituiren und somit eine weit größere Leistungsfähigkeit zu erlangen.

Als Träger der Form dient ein vertikalstehender Zylinder von circa 65 Zoll Durchmesser; die einzelnen Kolumnen, welche bei dem

genannten Journale etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll Breite haben, werden aus gewöhnlichen Typen gesetzt, und auf dem Zylinder so befestigt, daß die durch die Typenköpfe gehenden Ebenen als Prismenseiten auf dem Zylinder erscheinen, wobei die äußersten Ränder dieser Prismenseiten nach Maßgabe der angeführten Dimensionen um etwa 0,56 Linien weiter von der Achse des Zylinders entfernt sind, als die Mittellinie dieser Kolumnen. Es wird dies dadurch bewirkt, daß die Schiffe, in welche der Satz gebracht wird, auf der Rückseite nach dem Umfange des Zylinders gekrümmt sind, vorn dagegen Prismenseiten darbieten; die Typen werden auf die Prismenseiten gesetzt und an jeder Kante wird eine keilförmige Stahlschiene eingesetzt, welche zugleich die zwischen den Kolumnen stehende Linie druckt. Die Form wird durch Schraubendruck nach der Länge der Kolumnen geschlossen, und in dem Rahmen werden zugleich die Stahllinien entsprechend befestigt, die ganzen Formentheile aber an den Zylinder angeschraubt.

Die allgemeine Anordnung der ganzen Maschine zeigt Fig. 28 (Taf. 46). Hier ist A der mit der Form versehene Zylinder; um denselben herum sind acht Druckzylinder B von 13″ Durchmesser gruppirt; bei jedem Druckzylinder befindet sich ein Anlegbret C (es sind hier nur für 5 Druckzylinder die Anlegbretter gezeichnet), der auf diesem angelegte Bogen wird durch eine Bandleitung vertikal herunter in dem Rahmen D geführt, hier horizontal dem Druckzylinder durch eine andere Bandleitung E zugeführt, um denselben herumgeleitet und dann nach dem Ablegtisch geführt, wie dies später ausführlicher beschrieben werden soll. Vor jedem Druckzylinder wird die Form durch vertikal stehende Auftragwalzen neu eingeschwärzt und den Auftragwalzen die Schwärze durch einen gebogenen Farbtisch zugeführt, welcher einen Theil des Umfanges vom Zylinder A bildet und selbst seine Schwärze von einem vertikalstehenden Farbtrog aus erhält, von dessen Trogwalze sie durch eine andere schwingende Farbwalze übertragen wird.

Fig. 20 (Taf. 45) ist ein Grundriß der ganzen Maschine, in welchem nur einer der 8 Speise- und Abführapparate gezeichnet ist, Fig. 19 die entsprechende vordere Ansicht und Fig. 21 eine Endansicht des Speise- oder Zuleitungsapparates.

a ist hier der Hauptzylinder, auf welchem die Form befestigt ist, er befindet sich an der Welle b und wird durch diese mittelst des

Winkelradvorgeleges c, d unterhalb von dem Motor aus in Gang gesetzt; f sind die 8 Druckzylinder, welche unterhalb 8 zylindrische Zahnräder e haben und durch dieselben von einem großen an dem Zylinder a angebrachten Zahnrade aus so in Umdrehung gesetzt werden, daß ihre Peripheriegeschwindigkeit mit der der Formoberfläche auf dem Zylinder a gleich ist. Bei g sind die Rahmen zu sehen, welche die Form auf dem Zylinder a festhalten, und es ist zu dem Zwecke, um an einer Stelle zur Form gelangen zu können, die Einrichtung getroffen, daß 2 Druckzylinder weiter von einander abstehen, als die übrigen, wodurch der erforderliche freie Raum zur Befestigung der Formtheile oder zur Vornahme von Ausbesserungen in der Form entsteht.

Die Zuführung der Bogen ist am deutlichsten aus Fig. 21 zu sehen. Die vorräthigen Bogen liegen auf der Anlegtafel h, hier werden sie einzeln vorgeschoben, so daß je einer zwischen die Walzen k und i kommen. Von k geht eine Bandleitung über einen Theil von i, dann nach m und über l nach k zurück. Von i geht eine andere Bandleitung nach m' und an einer Leitrolle vorüber nach i zurück. Die Achsen von k und l sind durch einen Hebel verbunden, welcher für gewöhnlich k etwas über i stehend hält, zu dem gehörigen Zeitpunkte aber sich senkt und dadurch das Hereinziehen des Bogens bewirkt. Das vordere Bogenende wird zwischen m und m' und von hier aus weiter herabgeführt, da die oberen Bandwalzen m, m' mit den parallelen unteren Bandwalzen n, n' ebenfalls durch Bandleitungen verbunden sind. Ist der Bogen in der erforderlichen Tiefe angelangt, so wird er an den beiden vertikalen Kanten durch die hölzernen mit Filz belegten Aufhaltschienen o o (vergl. auch Fig. 19) ergriffen und an weiterer Bewegung gehindert, während gleichzeitig die über m, n und m' n' gehenden Bandleitungen etwas auseinander rücken. Die Bewegung von o wird von dem Kamme p aus durch Vermittelung von q hervorgebracht, das Auseinanderrücken der Bandleitungen aber durch den Kamm r, welcher durch Reibungsrolle und Hebel auf s wirkt und dabei Zahnkrümmlinge dreht, von deren Wellen aus an Armen die oberen Walzen m m' angebracht sind; die Stange t bewirkt eine gleiche Bewegungsübertragung auf die unteren Walzen n n' und es ist diese Stange mit einem Gegengewichte versehen, durch welches die obere Friktionswalze in Verbindung mit dem Kamme r gehalten wird.

Wenn die Bogen in ihrem vertikalen Laufe durch o gehemmt sind, wird ihr oberer Rand durch zwei Paar Finger oder an Hebeln befestigte Rollen ergriffen und gehalten, welche hier nicht gezeichnet sind und durch einen ähnlichen Kamm wie r gegen einander gepreßt werden, hierauf aber die Aufhaltschienen o sogleich zurückbewegt. In dieser Lage befindet sich nun der Bogen zwischen drei vertikalstehenden Walzenpaaren u u', von denen die hinteren Walzen u im Gestell feststehen, die vorderen Walzen u' dagegen in einem beweglichen Rahmen v angebracht sind. Beide Systeme von Walzen, sowie die übrigen Bogenführungswalzen, werden durch ein System von Rädern, welche in Fig. 19 theils an dem oberen, theils an dem unteren Ende ihrer Achse sichtbar sind, von den Druckzylindern f aus in eine drehende Bewegung gesetzt, deren Peripheriegeschwindigkeit derjenigen der Druckzylinder entspricht; dabei erfolgt die Uebertragung der Bewegung auf die in dem beweglichen Rahmen v liegenden durch Vermittlung eines Universalgelenkes. Zu dem erforderlichen Zeitmomente erhält der Rahmen v von einem Kamm durch die Reibungsrolle x, deren Hebel und die Zugstangen und Winkelhebel y eine Bewegung, vermöge welcher die Walzen u' gegen u gedrückt werden, dabei den zwischen ihnen liegenden Bogen fassen, ihn horizontal vorwärtsführen und in den offenen Winkel der Bandwalzen z hineinleiten. Von hier aus beginnen 2 Systeme von Bandleitungen, welche den Bogen zwischen sich nehmen, das vordere nach der Walze 2, das hintere nach der Walze 3 zu; von den beiden letzteren aus sind dann weitere Bandleitungen geführt, die die Bogen nach dem Druckzylinder f führen; von hier aus folgt derselbe der punktirten Linie in Fig. 20, geht zwischen den Bandleitungen 4, 5 und 6 hindurch und hängt zuletzt an den oberen Bandleitungen 6 vertikal über dem Ablegtische 7, auf welchen er von dem Ableger heruntergezogen wird. Um das Werfen horizontaler Falten zu verhindern, wird der Bogen nicht in einer gleichmäßigen, sondern gebrochenen vertikalen Ebene vorwärts geleitet, wodurch er in vertikaler Richtung eine gewisse Steifigkeit erhält. Die Bewegung sämmtlicher Kämme für die vorher erwähnten Bewegungen erfolgt von dem auf b befindlichen konischen Rade 12 aus, welches durch das Rad 13 die Kammwelle in Gang setzt.

Der hier geschilderte Anlege-, Zuführ- und Abführapparat wiederholt sich natürlich bei jedem der 8 Druckzylinder.

Die Erlangung einer steten Berührung von Druckzylinder und Form, trotz der polygonalen Gestalt der Form, wird durch Unterlagen auf dem Druckzylinder hervorgebracht.

Zwischen je 2 Druckzylindern befinden sich 3 Auftragwalzen, die in Fig. 19 und 20 mit 8 bezeichnet sind; auf diese wird die Schwärze von einer Aufreibtafel übertragen, die auf der gebogenen Oberfläche von a der Form entgegengesetzt angebracht ist. Diese Auftragwalzen werden durch Federn gegen die Aufreibtafel angedrückt, deren Abstand von der Achse ein etwas geringerer ist, als der Abstand der Formoberfläche, damit die Aufreibtafel an den Druckzylindern, ohne sie zu berühren, vorübergehen kann. Die Auftragwalzen können aber in radialer Richtung nur bis zu einem durch Stellschrauben zu bestimmenden Punkte zurückweichen, damit sie in dieser Stellung die richtige Schwärzung der Form bewirken; zugleich sind die Wellen der Auftragwalzen oben und unten mit Rollen versehen, welche an entsprechend geformten Kränzen des Zylinders a laufen, damit sie dadurch verhindert werden, sich der Achse b anders als dann mehr zu nähern, wenn dies wegen der Uebertragung von Farbe von der Aufreibtafel aus erforderlich ist. Mit der Zahl 9 ist der vertikalstehende Farbebehälter (Fig. 20) bezeichnet; derselbe ist durch eine Trogwalze bis auf einen Spalt an der Seite geschlossen, durch welchen er die Farbe aus dem Behälter ausführt; dieser Spalt ist unten enger und oben weiter, um über die ganze Höhe eine gleiche Menge von Farbe zu entnehmen; gegen die Trogwalze legen sich abwechselnd 2 Abnehmewalzen, welche mit der Aufreibtafel in Berührung kommen und die Uebertragung der Farbe auf dieselbe bewirken. Die Uebertragung der Bewegung auf das Farbwerk erfolgt durch das konische Rad 10 an der Welle b mittelst eines doppelten Winkelradvorgeleges, von dem das letzte Rad bei 11 sichtbar ist. Der Umstand, daß die Farbe an die vertikalstehende Letternoberfläche übertragen wird, verbunden mit der durch die drehende Bewegung hervorgebrachten Zentrifugalkraft, verhindert ein Herabfließen der Farbe von der Oberfläche der Lettern. Ebenso liegt in dem plötzlichen Anhalten des vertikalbewegten Papieres ein Grund für das Reinerhalten der Form, da hierbei sich aller Staub und Flaum von dem Bogen ablöst und zu Boden fällt, der sonst sich auf die Form setzt.

Das Registerhalten setzt die größte Präcision in allen Bewegungen voraus. Die Geschwindigkeit der Form und des Papieres beträgt

nämlich gewöhnlich 70 Zoll in der Sekunde, eine Differenz in der Zuführbewegung des Papieres zum Druckzylinder von nur $^1/_{70}$ Sekunde bewirkt daher eine Verschiebung des Druckes auf dem Bogen von schon einem Zoll.

Die gewöhnliche Geschwindigkeit, mit welcher diese Druckmaschine umgetrieben wird, beträgt 21 Spiele in der Minute; dann hat die Form, bei 200 Zoll Weg für ein Spiel, gerade 70 Zoll Geschwindigkeit in der Sekunde, und sie legt für jeden zu druckenden Bogen einen Weg von 25 Zoll zurück; bei diesem gewöhnlichen Gange liefert sie in der Minute 168 und in der Stunde 10,080 Abdrücke und ist gewöhnlich in so gutem Zustande, daß sie oft 50,000 Bogen ohne den mindesten Aufenthalt druckt; sie kann jedoch auch bis zu einer Geschwindigkeit von 25 Umdrehungen getrieben werden, dann liefert sie in der Stunde 12,000 Abdrücke, aber es fällt dann das regelmäßige Anlegen schon ziemlich schwer, da bei dieser Geschwindigkeit für jeden Druckzylinder 1500 Bogen in der Stunde (d. h. einer in $2^1/_2$ Sekunden) in die richtige Lage zu bringen sind. Eine fernere Steigerung der Leistung einer solchen Druckmaschine weist daher auf die Nothwendigkeit hin, entweder die Anlegstellen zu vervielfältigen oder das Anlegen einzelner Bogen durch das Bedrucken endlosen Papieres zu umgehen.

51) Die Mammuthpresse von Hoe und Comp. in New-York, welche 1851 in Wirksamkeit kam, um die Zeitung New-York Sun zu drucken, hat einen liegenden Zylinder mit auf demselben befestigter Form, die aus keilförmig gestalteten Typen gesetzt ist, und um den Zylinder 8 horizontalliegende Druckzylinder gruppirt. Anlegen und Zuführung erfolgt auf der einen und andern Seite des Zylinders in 4 über einander liegenden Etagen, in der ersten und dritten steht der Anleger rechts, in der zweiten und vierten links von der Presse. Die abgeführten Bogen werden durch eine Ablegmaschine regelmäßig über einander gelegt. Das Druckprinzip der Maschine ist ganz das der Applegath'schen, daher auch eine Steigerung der Leistung gegen diese nur durch Vergrößerung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Form bis zu der Grenze zu erreichen, welche durch die Möglichkeit, den Bogen auflegen zu können, gegeben ist. Diese Leistung wird zu 16,000 Abdrücken in der Stunde angegeben, was die unter Nr. 50 erwähnte Grenze allerdings nicht unwesentlich überschreitet. (Eine Abbildung enthält das Buchdrucker-Journal 1851, S. 29 und 1853, S. 70.)

52) Nach dem System der Timesdruckerei hatte H. Ingram in London eine von T. Middleton gebaute Druckmaschine auf der Londoner Ausstellung im Jahr 1851 zum Drucke der Illustrated London News aufgestellt mit nur 4 Druckzylindern, welche sich namentlich dadurch unterscheidet, daß die Form mit gewöhnlichen Typen in schmalen Kolumnen auf eine der Zylinderkrümmung entsprechende Unterlage gesetzt wird, und die Kolumnen durch keilförmige Stege von einander getrennt werden. Holzschnitte werden sogleich auf einer entsprechend gewölbten Holzplatte hergestellt. Bei den Druckzylindern korrespondiren immer einzelne Punkte mit bestimmten Punkten der Form; es kann daher auch bei denselben an den für den Druck erforderlichen Stellen unterlegt werden. Der Grund, weshalb die Kolumnen in der Timesdruckerei nicht zylindrisch, sondern flach gesetzt werden, nämlich die Möglichkeit, die Kolumnen außer der Benutzung derselben auf dem Zylinder auch in der älteren vierfachen Maschine mit Karren zum Abdruck zu bringen, kommt hier in Wegfall.

53) Eine kleinere Repetirschnellpresse von Hoe und Comp. in New-York mit 4 Druckzylindern nach demselben System ist im Buchdrucker-Journal 1852, S. 311 abgebildet; sie soll 10,000 Abdrücke pro Stunde liefern, es muß daher ein Anleger 2500 Bogen in der Stunde anlegen, was selbst bei der in England und Amerika gebräuchlichen Methode, den Papierstoß mit den vorn überhängenden oberen Bogen auf den Ablegtisch zu legen, und die einzelnen Bogen mit dem Falzbein vorzustreichen, als eine fast unmögliche Leistung erscheint.

54) A. Applegath's Victoriapresse, welche im Jahre 1851 patentirt wurde, bezweckt, den großen Umfang der Timesdruckmaschine dadurch zu vermindern, daß die einzelnen Kolumnen des zu druckenden Satzes nicht hintereinanderfolgend auf dem Umfange eines Zylinders, sondern abwechselnd an korrespondirenden Stellen zweier nebeneinanderliegender Zylinder angebracht, und auf den an ihnen vorüberbewegten Papierbogen übertragen werden. Die Befestigung der einzelnen Kolumnen wird hiedurch wesentlich vereinfacht. (Polytechnisches Centralblatt 1852, S. 1374.)

55) Beniowsky's Druckmaschine enthält einen Typensatz, bei welchem die Letternköpfe an der inneren Fläche eines Zylinders stehen, um dem Einfluß der Zentrifugalkraft bei schneller Drehung des Zylinders auszuweichen. (Buchdrucker-Journal 1853, S. 113.)

b) Maschinen mit Zylinderform für endloses Papier.

56) Nicholson gab in seinem bereits erwähnten Patente vom Jahr 1790 schon die Idee an, den Satz auf einen Zylinder zu bringen und denselben an einer Stelle einzuschwärzen und an einer anderen Stelle auf endloses (oder richtiger gesagt, nicht in Bogen geschnittenes) Papier abzudrucken.

57) Cowper nahm 1815 ein Patent auf das Biegen von Stereotypplatten und Befestigen derselben auf einem Zylinder, um so der Schwierigkeit, einzelne Typen auf einer Zylinderfläche zu befestigen, aus dem Wege zu gehen.

58) In dem Patente, welches Rowland Hill 1835 auf eine rotirende Buchdruckerpresse erhielt, ist zunächst die Einrichtung keilförmig zulaufender Lettern genau beschrieben, durch welche dieselben an dem Umfange eines Zylinders von verhältnißmäßig kleinerem Durchmesser festgehalten werden; es geschieht dies im Wesentlichen durch in die Signaturen eingelegte und durch Stege mit den Enden befestigte Ringstücke. Die vorausgesetzte Schwierigkeit der Befestigung des Satzes ist bekanntlich bei den Zylinderformen mit großem Durchmesser durch bloßen Druck gegen die Lettern beseitigt werden. Dann wird das Abdrucken endlosen Papieres beschrieben und eine Vervielfältigung der Leistung eines oder mehrerer Druckzylinder angegeben, namentlich auch das Anbringen der Schön- und Wiederdruckform auf einem und demselben Zylinder, so daß nach doppeltem Durchlaufen bei versetztem Aufdrucken dieser Formen der ganze Papierstreifen fertig bedruckt ist. (Dingler, B. 63. S. 404.)

59) Die Art, wie A. Applegath die ihm 1851 patentirte Victoriapresse für einfache und doppelte Wirkung, d. h. für den Druck eines oder zweier endloser Papierstreifen eingerichtet hat, stellt das polytechnische Centralblatt 1852, S. 1374 dar.

60) Die von der Société pour l'exploitation des presses rotatoires zu Paris in der Druckerei des Journales la Presse aufgestellte Druckmaschine enthält einen Druckzylinder für den Schöndruck und einen für den Wiederdruck, einen jeden mit vier stereotypirten Kolumnen. Die Stereotypirung erfolgt nach dem Genoux'schen Verfahren; man nimmt nämlich von dem Typensatz eine Papiermater, die während der Abpressung durch einen geheizten Tiegel sogleich getrocknet

wird, bringt dieselbe in eine ausgedrehte, dem Umfange des Druckzylinders genau entsprechende hohle Gußform, befestigt sie durch einen die Dicke der Stereotypenplatte bestimmenden Rahmen und fertigt so Stereotypenplatten, die sogleich auf dem Formzylinder befestigt werden können. Zum Drucke dienen Papierrollen, welche, nachdem sie auf beiden Seiten bedruckt sind, durch eine Schneidvorrichtung in einzelne Bogen getrennt werden. Die Leistung wird zu 11,000 bis 12,000 Bogen, d. h. zu 22,000 bis 24,000 Abdrücke in der Stunde angegeben. (Buchdrucker-Journal 1849, S. 221.)

61) Die Maschine von G. A. Buchholz, welche von der Guttapercha-Kompagnie im Jahre 1851 auf der Londoner Ausstellung aufgestellt war, sollte gleichzeitig 2 Papierrollen bedrucken. Die Papierrollen lagen zu beiden Seiten der Maschine, von jeder Rolle ging das Papier zuerst nach je einem mit der Schöndruckform versehenen Zylinder und erhielt hier den Schöndruck, hierauf nach einem in der Mitte befindlichen, für beide Papierzüge gemeinschaftlich benutzten Druckzylinder mit der Wiederdruckform, und hierauf nach den beiden Enden zurück unter der Einwirkung von Faltmaschinen, welche das Papier so falteten und die Falten zusammendrückten, daß in jeder Lage die bedruckte Stelle genau in der Mitte lag. Die Stöße von erforderlicher Höhe sollten dann unter Papierschneidmaschinen gebracht und durch dieselben die Falze abgeschnitten werden. Die Herstellung der Zylinderform sollte in folgender Art Statt finden. Zuerst wird eine ebene Form gesetzt, über diese eine Guttaperchamater gebildet, diese in einen Hohlzylinder mit nach innen gekehrter Typenfläche gesetzt, ein zweiter Hohlzylinder von den Dimensionen des Formzylinders der Druckmaschine eingesetzt und nun in den überall gleichen Zwischenraum mit einer hydraulischen Presse Guttaperchamasse zur Bildung der Form eingepreßt. Hierbei scheint die Verhinderung des Schmelzens der Guttaperchamater besonders schwierig. Die Maschine selbst war zwar ziemlich vollständig aufgestellt, aber nicht im Gange. (Amtlicher Bericht der Zollvereinskommission. Berlin 1852, S. 395).

Außer den in den vier ersten Patenten von König und Bauer, welche im Eingange dieses Abschnittes erwähnt wurden, enthaltenen Fundamentaleinrichtungen sind als wesentliche Verbesserungen der späteren Zeit zu bezeichnen: die Herstellung der Greifer von Napier; die Verbesserung des Farbwerkes durch Applegath und Cowper und die

in neuerer Zeit in Frankreich allgemeiner eingeführte Tischfärberei für einfache Maschinen; die Vertauschung des Rechens zur Bewegung des Karrens durch die Kurbel von Helbig und Müller, dann durch die Eisenbahnbewegung und endlich durch die von König und Bauer angewendete, sich für die hier vorliegende Aufgabe vorzüglich eignende Hypozykloidalbewegung; die Anbringung von Ablegmaschinen durch Hoe in New-York; die Herstellung der mehrzylindrigen Maschinen durch Applegath im Jahr 1827; die Umwandlung derselben in doppeltwirkende oder mehrzylindrige Repetirschnellpressen durch König und Bauer im Jahre 1847; die Herstellung der Timesdruckmaschine vom Jahre 1848 mit rotirendem Formzylinder; und — was die Tiegeldruckmaschinen anbelangt — die Herstellung der Skandinaviapresse von Holm 1842 und die Umwandlung derselben in eine doppeltwirkende Tiegeldruckmaschine von Hopkinson und Cope.

Durch diese Verbesserungen wurde folgender Fortschritt in der Leistungsfähigkeit der einzelnen Maschinen erzielt, nach der Zahl der in der Stunde zu erhaltenden Abdrücke bemessen:

180—200	Abdrücke	gibt die Handpresse, welche Zahl bis auf
250	„	erhöht wurde in der Timesdruckerei von 1814 durch Anstellung von 3 Arbeitern an einer Presse, die mit Anstrengung aller Kräfte arbeiteten.
800	„	lieferte die König und Bauer'sche Maschine vom Jahre 1812.
900—1000	„	die einfache Maschine derselben vom Jahre 1816 mit kontinuirlich bewegtem Druckzylinder.
1000—1500	„	die jetzigen einfachen Maschinen, wobei der langsamere Gang bei schwierigem Druck und Kunstarbeiten angewendet und oft noch nicht erreicht wird, der schnelle Gang nur durch die Geschicklichkeit des Anlegers, der Maschine die Bogen zuzuführen, bedingt wird, namentlich wenn die Maschinen durch Dampfkraft in Bewegung gesetzt werden, und die größte Zahl für die sehr kräftig gebauten amerikanischen Maschinen sogar zu 2000 angegeben wird.

600	Abdrücke	gibt die Scandinaviapresse von Holm (1842).
2400	„	die doppelte Tiegeldruckmaschine von Hopkinson und Cope.
1100	„	die König und Bauer'sche Doppelmaschine, wie sie seit 1814 für die Times aufgestellt wurde.
2000	„	dieselbe mit den späteren Verbesserungen.
2400	„	die König und Bauer'sche Maschine gegen 1838 für den Druck der Vossischen Zeitung angewendet.
4000—5500	„	die Applegath'sche vierzylindrige Timesdruckmaschine vom Jahre 1827 bis 1848.
4000—4800	„	die zweizylindrige doppeltwirkende Zeitungsdruckmaschine von Sigl.
6000	„	die König und Bauer'sche dreizylindrige doppeltwirkende Maschine bei der Kölnischen Zeitung 1847.
7200	„	die dergleichen vierzylindrige Maschine vom Jahre 1855.
1600	„	die König und Bauer'sche Kompletmaschine vom Jahre 1816.
1800—2000	„	dieselbe mit den späteren Verbesserungen.
1600—2000	„	die dergleichen Maschine von Applegath und Cowper.
2000—2400	„	dieselbe Maschine später.
10000—12000	„	die achtzylindrige Timesdruckmaschine vom Jahre 1848.
bis 16,000	„	angeblich die Mammuthdruckmaschine von Hoe, 1851.

VII. Andere in den Druckereien erforderliche Maschinen.

Unter den sonst noch in den Buchdruckereien gebräuchlichen Maschinen erwähnen wir hier kurz die nachfolgenden:

A. Pressen sind theils zum Satiniren, theils zum Glätten des Papieres, theils zum Packen erforderlich.

Das Satiniren wird bei besseren Arbeiten vor dem Druck des Papiers vorgenommen, um dem letzteren eine solche Gleichheit und Glätte der Oberfläche zu geben, daß es den Druck in seiner ganzen Reinheit

und Schärfe aufzunehmen im Stande ist. Es wird zu diesem Zwecke das Papier etwas gefeuchtet und dann zwischen Zinkplatten so gelegt, daß jeder Papierbogen auf beiden Seiten von einer Zinkplatte berührt wird. Etwa 25 solcher Platten werden dann durch eine Satinirpresse geführt, welche im wesentlichen aus 2 abgedrehten gußeisernen Walzen besteht, von denen die untere durch ein größeres Zahnrad mit Getriebe in Umdrehung gesetzt, die obere dabei gegen die untere durch Schrauben in eine solche Entfernung gestellt wird, daß die Platten beim Durchwalzen mit dem erforderlichen Druck gegeneinandergepreßt werden.

Das Glätten des Papieres erfolgt nach beendetem Drucke theils ebenfalls durch Satiniren, theils durch Anwendung von Preßspänen oder Glanzpappen, welche ebenso wie beim Satiniren je einen Druckbogen, oder bei nur einseitigem Drucke von Accidenz- oder Luxusarbeiten je zwei mit der weißen Seite gegeneinanderliegende Bogen zwischen sich aufnehmen; nach je 25 bis 50 Bogen wird zwischen die Pappen ein Brett gelegt, die so erhaltenen Stöße werden in eine kräftige Presse gebracht und in derselben kürzere oder längere Zeit stehen gelassen, je nachdem die Presse stark ist. Dabei wird von Zeit zu Zeit die Presse etwas nachgezogen.

Die hierzu angewendeten Pressen, die Pressen zum Einsetzen des gefeuchteten Papieres, bis dasselbe gedruckt wird, und die Packpressen sind auf verschiedene Art eingerichtet. Es dienen hierzu

Schraubenpressen nach der Einrichtung, wie sie Bd. XI. S. 161 beschrieben sind. Die älteren Pressen mit Kopf und Boden von Holz stehen den neueren Pressen, bei denen diese beiden Haupttheile von Gußeisen und durch schmiedeiserne Säulen mit einander verbunden sind, wesentlich nach; namentlich ist es bei ersteren nöthig, das eingesetzte Papier länger in denselben stehen zu lassen und die Schraube öfter nachzuziehen. Bei der Presse von Hopkinson (Athol standing press) wird die Schraube mit einem größeren Zahnrade versehen und dieses durch eine Schnecke bewegt, an deren Welle ein Spillrad zur Bewegung mit der Hand angebracht ist. Die Presse von Barne hat außerdem noch an der Schneckenwelle ein Zahnrad, welches durch ein mit Kurbel versehenes Getriebe in Bewegung gesetzt werden kann. Bei der Presse von J. Adams in Boston steigt der Preßtisch zwischen den vier Säulen des Preßgestelles in die Höhe und ist unterhalb mit der Schraubenspindel versehen; die im Untergestell drehbar ruhende Mutter

wird von einem Spillrade mittelst Winkelradvorgeleges in Umdrehung versetzt.

Hydraulische Pressen, bezüglich welcher auf Bd. XI. S. 196 verwiesen werden kann.

Eine von Chr. Hoffmann in Leipzig konstruirte Walzenpresse ist im Buchdrucker-Journal 1835, S. 20 abgebildet und beschrieben. Bei ihr sind an dem sich in die Höhe bewegenden Preßtische unten 2 Zahnstangen mit dreiseitigen Zähnen angebracht, mittelst welcher durch 2 Sperrkegel der Preßtisch absatzweise jedes Mal um die Länge eines Zahnes in die Höhe geschoben und dann durch ein Paar andere Sperrkegel gehalten wird. Die Bewegung der ersteren Sperrkegel erfolgt durch eine exzentrische Scheibe, die von einer Kurbelwelle aus mit einem im Verhältniß von 1 : 11 übersetzenden Vorgelege gedreht wird.

B. Papierschneidmaschinen derselben Art, wie sie bei anderen Papierverarbeitungen verwendet werden, weshalb hier eine weitere Beschreibung unterbleiben kann. Die Verwendung der Maschinen erfolgt namentlich bei verschiedenen Arten von Accidenzarbeiten.

C. Papierfaltmaschinen, namentlich beim Druck der Zeitungen vor deren Versendung anwendbar.

Bei der Maschine von J. Black wird der zu faltende Bogen auf eine horizontale Tafel in die durch Marken besonders bezeichnete Lage gebracht, wie bei dem Anlegapparat einer Buchdruckerpresse; gegen denselben bewegt sich dann in vertikaler Ebene eine Schiene an der Stelle, wo der Mittelbruch entstehen soll, schiebt die beiden zusammengebrochenen Bogenhälften in einen Schlitz nieder, welcher sich gerade unter ihr befindet und faltet ihn so nach Folioformat; hierauf trifft eine zweite Schiene gegen denselben an der Stelle, wo der zweite Bruch für Quartformat entstehen soll, und behandelt denselben in gleicher Art, worauf nach Befinden eine dritte Schiene gegen denselben wirkt, um ihn in Oktavformat zu brechen. Die Maschine wird durch einen Arbeiter bedient und faltet in der Stunde 1000 bis 2000 Bogen. Eine Abbildung derselben enthält das Buchdrucker-Journal 1852. S. 6.

Die Maschine von Th. Birchall zu gleichem Zwecke ist abgebildet in Dingler's Journal Bd. 108, S. 431.

Dr. J. Hülße.

Chinin.

Das Chinin ($\overset{+}{Ch}$) ist eine organische Basis, ein „Alkaloïd," welches in den echten Chinarinden, zum größten Theile an Chinasäure gebunden, natürlich vorkommt. Wegen seiner spezifischen Heilwirkung ist es, vorzüglich als schwefelsaures Salz, ein sehr geschätztes und viel gebrauchtes Arzneimittel gegen intermittirende Fieber und darum seine Darstellung ein wichtiger Gegenstand der chemischen Industrie.

Wie alle Alkaloïde ist das Chinin eine stickstoffhaltige Verbindung, und seine Zusammensetzung im vollkommen trockenen Zustande wird durch die Formel $C_{40}\ H_{24}\ N_2\ O_4$ ausgedrückt, welcher entsprechend in 100 Theilen enthalten sind 74,07 Kohlenstoff; 7,41 Wasserstoff; 8,64 Stickstoff und 9,88 Sauerstoff. Mit Wasser bildet es Hydrate von verschiedenem Wassergehalt (mit 6 Atomen und 2 Atomen) und mit Säuren neutrale und saure Salze. Es ist schwer krystallisirt zu erhalten und stellt gewöhnlich eine geruchlose, weiße, lockere und leicht zerreibliche Masse, oder ein Pulver von sehr bitterem Geschmacke dar. Von kaltem Wasser bedarf es gegen 400, von kochendem gegen 250 Theile zur Lösung; in Aether löst es sich leichter, nämlich schon in 60 Theilen und am leichtesten in Alkohol, von welchem zwei Theile hinreichen, einen Theil im Kochen zu lösen, ohne daß beim Erkalten der Lösung etwas auskrystallisirt. Weitere Lösungsmittel für dasselbe sind Kalkwasser, Aetzkali und Aetzammoniak (nicht Aetznatronlösung; in einer Sodalösung ist das Chinin sogar weit schwerer löslich als in reinem Wasser), Chloroform, ätherische und selbst fette Oele. Erhitzt, schmilzt das Hydrat leicht zu einer ölartigen Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer durchscheinenden, harzähnlichen Masse erstarrt.

Von gleicher Zusammensetzung aber verschiedenen Eigenschaften, d. h. isomer mit dem Chinin, scheint ein bei der Bereitung desselben als Nebenprodukt sich bildendes, auch in der China huamalies ursprünglich vorhandenes Alkaloïd, welches Chinidin, auch Chinin β, krystallisirtes Chinoïdin, genannt wird, zu sein. Dieses unterscheidet sich vom Chinin schon dadurch, daß es leicht in schiefen, rhombischen Prismen, welche an der Luft verwittern, erhalten wird; sodann aber auch durch seine sehr verschiedene Löslichkeit in Wasser, Alkohol und

Aether. Vom ersteren bedarf es nämlich, kalt 1500, kochend 750 Theile; von kaltem Alkohol 45 und von kaltem Aether 90 Theile zur Lösung.

In eine zweite isomere Modifikation, von Pasteur Chinicin genannt, welche im Wasser ganz unlöslich ist, geht das Chinin durch bloßes längeres Erhitzen seiner trockenen Salze, oder ihrer freie Säure enthaltenden Lösungen über. Dieses Verhalten ist bei der Abscheidung des Chinins aus den Chinarinden zu beachten, ebenso wie der Umstand, daß letzteres und seine Salze schon durch die Einwirkung des Sonnenlichtes gebräunt, auch durch größere Mengen freier Säuren verändert und in das sogenannte Chinoïdin umgewandelt wird, welches ein Gemenge von Chinidin, geringen Mengen von Chinin und gefärbten Stoffen, zum großen Theil wohl Zersetzungsprodukte des Chinins, ist.

In den meisten Chinarinden ist das Chinin von einem zweiten Alkoloïd, dem Cinchonin begleitet, welches in manchen derselben sogar vorherrscht, weniger kräftig als jenes wirkt und darum davon getrennt werden muß.[1] Man benutzt dazu die Verschiedenheiten in den Löslichkeitsverhältnissen der reinen Basen und ihrer Salze. Das reine Cinchonin ist nämlich im Wasser sehr schwer (es erfordert 2500 Theile bei der Kochtemperatur) und in wässerigem Weingeist weit schwerer löslich als das Chinin, in Aether unlöslich; während seine Salze leichter im Wasser löslich sind als die des Chinins. Durch dieses Verhalten ist man auch im Stande eine Beimengung desselben im Chinin zu entdecken, wie weiter unten bei den Chininsalzen angegeben werden wird.

Die Rinden, welche vorherrschend Chinin enthalten, sind die gelbe Königschina, die faserige gelbe China und die blasse Tenchina; unter diesen ist die erstgenannte am reichsten daran. Mit vorherrschendem Cinchonin findet es sich in der echten und gemeinen Loxa, in der rothen, in der Huamalies-China und der harten gelben China. In der echten Loxa sind beide Alkaloïde in fast gleicher Menge vorhanden, in den übrigen (mit Ausnahme der harten gelben China, von der die Verhältnisse noch nicht genau ermittelt sind) ist die Menge

[1] Nach Versuchen, welche auf Veranlassung des Herrn Delondre zu Havre in Frankreich von mehreren Aerzten angestellt worden sind, ist die Wirkung des Cinchonins um ein Viertel schwächer als die des Chinins.

des Cinchonins schon bedeutend überwiegend und endlich in der Huanuco-China kommt fast nur Cinchonin vor.

Diese allgemeinen Angaben sind in neuerer Zeit durch die Versuche, welche auf Veranlassung des Herrn Delondre angestellt und in seinem Werke „Quinologie. Des Quinquinas et des questions qui, dans l'état présent de la science et du commerce, s'y rattachent avec le plus d'actualité, par M. A. Delondre, pharmacien et fabricant de quinine à Graville (Havre) et par M. A. Bouchardat, professeur d'hygiène à la faculté de médecine à Paris. Paris, Germer Baillière, libraire éditeur 1854" beschrieben sind, auf eine für Chininfabrikanten sehr beachtenswerthe Weise vervollständigt worden. Nach diesen Versuchen enthält 1 Kilogramm:

	schwefelsaures	
	Chinin.	Cinchonin.
	Gramm.	Gramm.
China calisaya in platten Stücken	30—32	6—8
„ „ „ gerollten „	15—20	8—10
„ carabaya „ platten „	15—18	4—5
„ Cusco (rothe)	4	12
„ huanuco in platten Stücken	6	12
„ „ „ gerollten Stücken	2	8—10
„ Jaën	4	10
„ lebhaft rothe	20—25	12
„ blaßrothe	15—18 (mit Chinicin)	5—6
„ graue Loxa	2	10
„ Condaminea	8	6
„ gelbe von Guajaquil (Diese Rinde kommt sehr selten nach Europa, weil sie bis jetzt wenig gebraucht wird.)	3—4	30
„ calisaja de Santa Fé de Bogota	30—32	3—4
„ orangengelbe, gerollte	18	4—5
„ Pitago	20—25	10—12
„ Cartagena (holzige)	20	—
„ rothe vom Mutis aus Neu-Granada (kommt am seltensten nach Europa.)	12—14	6—7
„ gelbe vom Mutis aus Neu-Granada	12—14	5—6
„ orangengelbe vom Mutis aus Neu-Granada	15—16	8—10
„ Cartagena, rosenrothe aus Neu-Granada (Diese Rinde ist bis jetzt nur in einigen Suronen nach Europa gekommen: sie wächst in den Wäldern von Ocanna und verdient alle Beachtung.)	18	4
„ Maracaïbo aus Neu-Granada	10—12	2—3

Delondre versichert, daß bei Behandlung von Tausenden von Kilogrammen einzelner dieser Rinden die praktische Ausbeute fast nicht von dem analytischen Resultate abgewichen sey; die hier aufgeführten Resultate können also in der That den Fabrikanten beim Einkauf leiten. Einer weiteren Untersuchung werth und, wenn sie sich bestätigen sollte, für die Praxis von großer Wichtigkeit ist eine andere Beobachtung Delondre's, nach welcher es scheint, als ob die Ausbeute an Chinin sich vergrößern lasse, wenn man anstatt einer einzelnen Rinde ein Gemenge von mehreren verarbeitet. Derselbe verarbeitete nämlich während mehrerer Monate ein Gemisch von

		enthaltend schwefelsaures Chinin		schwefelsaures Cinchonin
1600	China calisaya	51 Kil. 200 Gramm	und	12 Kil. 800 Gramm
1600	„ gelb orange	25 „ 600 „	„	12 „ 800 „
1600	„ rothe Cusco	6 „ 400 „	„	19 „ 200 „
		83 Kil. 200 Gramm		44 Kil. 800 Gramm

und erhielt daraus konstant 108 Kilogramm schwefelsaures Chinin und 20 Kilogramm schwefelsaures Cinchonin.

Darstellung des Chinins. Als Material benutzt man gewöhnlich die Königschina (China calisaya), doch auch die faserige gelbe (China Cartagena) und die Tenchina (Jaën). Man hat bei dem Einkauf zu berücksichtigen, daß die jüngsten und ältesten Rinden am wenigsten Alkali enthalten, die von mittlerem Alter am reichsten daran sind.

Die, außer den Alkaloïden in den genannten Rinden, für die Abscheidung des Chinins wesentlichen Bestandtheile sind:

1) Chinasäure, welche theils mit Kalk, theils mit den organischen Basen verbunden angenommen wird.

2) Eine eigenthümliche Gerbsäure (eisengrünender Gerbstoff, Chinagerbsäure), die in ähnlicher Verbindung wie die Chinasäure angenommen werden muß, und aus welcher sich sowohl im natürlichen Zustande, als beim Auskochen der Rinden mit Wasser und Säuren

3) ein rother Farbstoff, Chinaroth, bildet.

Aus der chemischen Beschaffenheit der Chinarinden, sowie dem früher erwähnten Verhalten des Chinins und Cinchonins lassen sich die Regeln für das Verfahren der Reindarstellung des ersteren ableiten, sowie auch die gebräuchlichen Darstellungsmethoden darin ihre

Erklärung finden. Durch Wasser allein läßt sich nicht der ganze Chiningehalt aus den Chinarinden extrahiren, weil das gerbsaure Chinin im Wasser so gut wie unlöslich ist, obgleich das chinasaure sich sehr leicht darin löst; man mischt deshalb dem Wasser stets eine stärkere Säure, und zwar Schwefelsäure oder Salzsäure bei. Die früher besprochene Einwirkung stärkerer Säuren auf das Chinin erfordert aber, daß man dieselben nur verdünnt und überhaupt in möglichst geringem Ueberschusse verwendet. Dadurch erhält man ein Chininsalz, aus welchem man, um die mit extrahirten Stoffe, insbesondere das Chinaroth zu beseitigen, die Basis durch Kalk oder Natron ausfällt, weil ein Theil derselben in Auflösung gehalten, der mit niedergefallene Antheil aber von Alkohol, mit dem man den Niederschlag schließlich behandelt, nur in geringer Menge gelöst wird.

Im Speziellen wird auf folgende Weise gearbeitet:

1) Gröblich gepulverte Chinarinde wird mit dem vier- bis fünffachen Gewichte verdünnter Säure angerührt, welche zwei Prozent Schwefelsäure oder Salzsäure enthält, und 24 bis 48 Stunden auf 70° bis 80° C. erwärmt. Die Flüssigkeit wird abgegossen und abgepreßt, der Rückstand aber von Neuem und so oft auf ähnliche Weise, nur mit noch mehr verdünnter Säure behandelt, bis der bittere Geschmack endlich verschwunden ist. Die letzten Auszüge benutzt man anstatt Wassers zur Extraktion neuer Mengen von Rinde. Den konzentrirten Auszug läßt man einige Tage stehen bis er sich etwas geklärt hat, filtrirt und mischt nun gepulvertes, krystallisirtes, kohlensaures Natron so lange hinzu als noch ein Niederschlag entsteht. Ein möglichst großer Ueberschuß des Fällungsmittels ist zweckmäßig, weil, wie früher erwähnt, das Chinin in einer Sodalösung beinahe unlöslich ist, während in reinem Wasser doch noch merkliche Mengen sich lösen, und andererseits das Chinaroth in einer solchen weit löslicher ist als im Wasser. Das überschüssige kohlensaure Natron läßt sich durch Abdampfen zur Trockne und Glühen des Rückstandes zu weiterer Benutzung wieder gewinnen. Den Niederschlag wäscht man mit Sodalösung aus, preßt ihn zuletzt, trocknet und behandelt ihn kalt mit 80 bis 90prozentigem Weingeist, bis die Auszüge nicht mehr bitter schmecken. Ist der alkoholische Auszug gefärbt, so digerirt man ihn mit Thierkohle, filtrirt und destillirt bis auf ein Viertel den Alkohol ab. War derselbe Cinchonin haltend, so krystallisirt dieses beim Erkalten

des Destillationsrückstandes heraus und kann durch Filtriren getrennt werden. Sollte aber auch etwas Chinin als eine harzige Masse niedergefallen seyn, so löst man dieses zuvor durch Zumischen von kaltem, wasserhaltigem Weingeist, mischt endlich dem Filtrate eine größere Menge Wassers bei und destillirt zum zweiten Male nun allen Weingeist ab. Aus dem wässerigen Rückstande schlägt sich das Chinin als Hydrat beim Erkalten nieder. In der Mutterlauge ist das schon früher erwähnte Chinoïdin enthalten, welches man durch Abdampfen darstellt, weil es als ein wohlfeileres Fiebermittel Anwendung findet.

2) Die gepulverte Rinde wird mit dem 8- bis 10fachen Gewichte Wasser, dem 25 Prozent Salzsäure zugemischt sind, während einer Stunde oder länger gekocht, dann filtrirt, ausgepreßt und die Kochung wiederholt, wie bei 1) die Digestionen. Nach dem Erkalten wird in kleinen Portionen Kalkmilch bis zum geringen Ueberschusse zugesetzt, wodurch auch das Chinaroth gefällt wird. Der Niederschlag wird gepreßt, getrocknet und mit Alkohol weiter behandelt, wie in 1).

Diese Vorschrift ist theils wegen des großen Säureüberschusses, theils wegen des Kochens und der Anwendung des Kalkes anstatt des kohlensauren Natrons, weniger zweckmäßig als die erste.

3) 50 Theile feingepulverte Chinarinde wird mit 15 Theilen konzentrirter Salzsäure sorgfältig durchfeuchtet, 4 Wochen an der Luft liegen gelassen, hierauf zu gleichen Portionen in 8 Auslaugegefäße vertheilt und nach dem bekannten Prinzip der Verdrängung mit Wasser ausgelaugt. Die Lösungen vermischt man mit ½ Theil in Wasser zuvor gelöstem Zinnchlorür, um den Farbstoff niederzuschlagen, und verfährt dann weiter wie in 1).

Offenbar entspricht dieses Verfahren unter den bis jetzt angeführten allein dem wirklichen Fabrikbetriebe; es ist ferner zweckmäßig, weil nur bei gewöhnlicher Temperatur extrahirt wird, doch ist die Anwendung konzentrirter Säure bedenklich. Modifizirt man dasselbe in der Weise, daß man die gepulverte Rinde mit ein Viertel Kohlenpulver innig mengt und dann mit 2 bis 3 Prozent Salzsäure enthaltendem Wasser durchfeuchtet, nur 24 Stunden liegen läßt, darauf mit Wasser zu einem dünnen Brei anrührt und nach der Verdrängungsmethode auslaugt oder preßt, und den Rückstand noch zwei bis drei Mal ebenso behandelt, so läßt sie gewiß nichts zu wünschen übrig.

4) Nach Delondre's, übrigens nicht spezieller ausgeführter Angabe, sollen 3 Theile gemahlene Chinarinde mit 1 Theil gelöschtem Kalk gemengt und heiß durch 80prozentigen Weingeist extrahirt werden.

Durch die Anwendung des Alkohols werden übrigens alle diese Methoden sehr kostspielig; dieselbe kann vermieden werden durch die folgenden Darstellungsweisen:

5) Man zieht mittelst Aetzammoniak oder Aetzkali, auch kohlensaurem Kali, färbende, fette und harzartige Stoffe aus der Rinde aus,[1] digerirt dann mit sehr verdünnter Schwefelsäure, entfärbt den Auszug durch Digestion mit Thierkohle, filtrirt, setzt bis zur Neutralisation Aetznatronlösung zu und dampft zur Krystallisation ein. Dadurch erhält man sogleich schwefelsaures Chinin.

6) Man befeuchtet die mit Kohlenpulver gemengte Rinde mit verdünnter Schwefelsäure und verfährt im Uebrigen mit der Extraktion, wie unter 3) angegeben. Dem Auszuge mischt man frisch bereitetes Bleioxydhydrat so lange zu, bis er neutral geworden ist und leitet dann noch einen Strom vom Schwefelwasserstoff hindurch, um aufgelöstes Bleisalz abzuscheiden. Durch den Zusatz des Bleioxydes, sowie die Niederschlagung von Schwefelblei entfärbt man den Auszug, der nun entweder ohne Weiteres abgedampft, oder durch kohlensaures Natron zersetzt wird. Im ersten Falle erhält man sogleich schwefelsaures, im zweiten reines Chinin.

Dieses Verfahren hat vor dem unter 5) nichts voraus, was die Qualität des zu erzielenden Präparates anlangt, ist dagegen kostspieliger und viel beschwerlicher.

7) Man befeuchtet die mit Kohlenpulver gemengte Rinde mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure, läßt 12 Stunden stehen, rührt mit Wasser zu einem dünnen Brei an und preßt aus. Den Rückstand behandelt man von Neuem mit verdünnter Schwefelsäure, fügt nach 12 Stunden Wasser zu und preßt wieder. Kann man über Wasserdampf verfügen, so benutzt man an der Stelle des Pressens diesen, um die Lösung zu verdrängen. Nach zweimaliger Behandlung

[1] Eine vollständige Extraktion der färbenden u. s. w. Stoffe ist auf diesem Wege, wenn nicht unmöglich, so doch sehr schwierig; diese Behandlung kann daher ohne Nachtheil ganz unterbleiben, wenn man die saure Lösung durch kohlensaures Natron ausfällt und den Niederschlag in verdünnter Schwefelsäure löst, wie es unter 6) angegeben ist.

mit Säure rührt man mit bloßem Wasser an und erwärmt bis zum Kochen, preßt aus und wiederholt diese Behandlung so lange als die Flüssigkeiten noch bitter schmecken. Die Auszüge fällt man durch kohlensaures Natron im Ueberschuß, filtrirt und preßt den Niederschlag ab, löst ihn in Schwefelsäure wieder auf und fällt von Neuem mit kohlensaurem Natron, wie vorher. Beim Wiederauflösen in Säure bleibt eine große Menge Farbstoff ungelöst und man erhält schon bei der zweiten Fällung einen nur wenig gefärbten Niederschlag, der durch wiederholtes Lösen und Fällen vollständig gereinigt werden kann.

Reinigung des Chinins vom Cinchonin. Eine vollständige Trennung beider Basen läßt sich mit Hülfe des Aethers erreichen, der jedoch wegen seiner Kostspieligkeit bei einer fabrikmäßigen Darstellung derselben nicht Anwendung finden kann. In diesem Falle entfernt man einen großen Theil des Cinchonins auf die unter 1) bereits bezeichnete Weise. Die Flüssigkeit, aus welcher soviel als möglich Cinchonin auskrystallisirt ist, sättigt man dann mit Schwefelsäure möglichst genau, fügt der Lösung einige Tropfen Aetzlauge hinzu und dampft bis zur Krystallisation ab. Die ersten Krystallisationen sind reines Chininsalz, in der Mutterlauge befindet sich das Cinchoninsalz neben einer geringeren Menge des Chininsalzes. Man gibt sie deshalb bei der nächsten Arbeit wieder mit hinzu und wenn sich endlich das Cinchoninsalz sehr angehäuft hat, so zersetzt man die Salze durch kohlensaures Natron und sucht durch wässerigen Weingeist oder Wasser, in denen, wie schon bemerkt, das Cinchonin schwer oder nicht löslich ist, die Basen zu trennen.

Gehaltsprüfung der Chinarinden. Der ungleiche Gehalt der Rinden an Alkalien und ihr hoher Preis machen es dem Fabrikanten zur Pflicht, seine Ware vor der Verarbeitung auf ihren Gehalt zu prüfen. Bis jetzt hat man zu diesem Zwecke die unter 1) beschriebene Darstellungsmethode im Kleinen ausgeführt. Die zu erlangenden Resultate können nur bei der genauesten Arbeit richtig sein, und diese wird durch die vielen einzelnen Operationen bedeutend erschwert. Ich zweifle indessen nicht, daß man dahin gelangen kann, die Operationen abzukürzen und eine größere Sicherheit in die Versuche zu bringen, wenn man die Bestimmung des Alkaligehaltes nach Art der gewöhnlichen alkalimetrischen ausführt. Hierzu bietet das unter 4) beschriebene Verfahren von Delondre das beste Mittel dar.

Durch dieses erhält man die Alkalien im freien Zustande und erfährt ihre Gesammtmenge, wenn man von dem alkoholischen Auszug den Alkohol abdestillirt, den Rückstand mit einem gemessenen Volumen einer titrirten Schwefelsäure im Ueberschusse vermischt, filtrirt und die freie Säure durch kohlensaures Natron zurücktitrirt.

Chininsalze. Von den Salzen des Chinins ist das schwefelsaure, wegen seiner vorherrschenden Anwendung, das wichtigste; nur untergeordnet erscheinen diesem gegenüber das salzsaure und baldriansaure Chinin.

Schwefelsaures Chinin. Das neutrale (früher als basisch betrachtete) Salz ($\overset{+}{Ch}\ SO_3$, 16 aq.) krystallisirt in weißen, langen, seidenglänzenden Nadeln, von ungemein lockerer Beschaffenheit, welche an der Luft verwittern, indem sie einen Theil ihres Krystallwassers verlieren. Es löst sich in 740 Theilen kalten und in 30 Theilen kochenden Wassers; von kaltem Alkohol braucht es 60 Theile, in Aether ist es nur wenig löslich.

Man erhält das schwefelsaure Chinin entweder direkt aus der Rinde nach dem unter 4 und 5 beschriebenen Verfahren, oder durch Neutralisiren des reinen Chinins mittelst verdünnter Schwefelsäure. Wenn man von letzterer einen Ueberschuß anwendet und ihn nicht durch Zusatz von Alkali wieder neutralisirt, so bildet sich das saure Salz, welches schon in 11 Theilen Wasser löslich ist und deshalb in großer Menge in der Mutterlauge bleibt.

Salzsaures Chinin, neutrales ($\overset{+}{Ch}\ ClH$, 3 aq.) krystallisirt in perlmutterglänzenden Nadeln und ist in Wasser schwer löslich. Man erhält es 1) durch Auflösen des reinen Chinins in warmer verdünnter Salzsäure, wo es beim Erkalten der Lösung zum großen Theile auskrystallisirt. Dabei hat man aber jeden Ueberschuß von Säure zu vermeiden, weil durch dieselbe das Chinin in eine harzige Masse verändert wird. 2) Um freie Säure sicher zu vermeiden, stellt man es aus schwefelsaurem Chinin durch Chlorbarium dar. Es werden 480 Theile verwittertes schwefelsaures Chinin mit 139 Theilen krystallisirtem Chlorbarium gemengt, mit Wasser bei 50° C. digerirt, filtrirt und die Auszüge bei derselben Temperatur zur Krystallisation abgedampft.

Baldriansaures Chinin krystallisirt in oktaëdrischen Krystallen, ist leicht löslich in Alkohol, wenig löslich in Aether und braucht

110 Theile kaltes und 40 Theile kochendes Wasser zur Auflösung; es besitzt wie alle baldriansauren Salze den Geruch der Baldriansäure.

Um es darzustellen, fügt man zu einer alkoholischen Chininlösung einen geringen Ueberschuß von Baldriansäure, mischt hierauf ein dem Volumen der Lösung gleiches Volumen Wasser bei und verdampft den Alkohol in einem Destillirapparat bei einer Temperatur, die nicht über 50° C. steigen darf.

Chemische Erkennung des Chinins und seiner Verbindungen. Am sichersten dient hierzu das Verhalten des Chinins gegen Chlor. Wenn man der Auflösung eines Chininsalzes zuerst Chlorwasser und dann einige Tropfen Ammoniakflüssigkeit beimischt, so färbt sich die Flüssigkeit schön grün.

Verunreinigungen und Verfälschungen. Als Verunreinigung kommt hauptsächlich nur Cinchonin beim Chinin und seinen Verbindungen vor. Am sichersten läßt sich dies durch die verschiedene Löslichkeit beider Basen in Aether nachweisen. Man bringt etwas von dem zu prüfenden Material in ein Probierröhrchen, übergießt es mit wenig Wasser und fügt einige Tropfen verdünnte Schwefelsäure bis zur vollständigen Lösung, hierauf Aetzammoniakflüssigkeit bis zur Neutralisation und etwa das Zwölffache vom Gewichte der angewandten Probe an Aether bei. Schüttelt man nun einige Zeit, so löst sich das ausgeschiedene Chinin im Aether auf und beim ruhigen Stehen sondert sich diese ätherische Lösung von der wässerigen des schwefelsauren Ammoniaks ab, es bilden sich in Folge dessen zwei Flüssigkeitsschichten. Enthielt nun das geprüfte Chininpräparat Cinchonin, so wird dieses vom Aether nicht gelöst und erhebt sich, weil es spezifisch leichter ist als die schwefelsaure Ammoniaklösung, auf die Oberfläche derselben. Man bemerkt daher in diesem Falle einen Niederschlag oder mindestens eine Trübung auf der Gränzfläche der beiden Flüssigkeitsschichten.

Der Verfälschungen sind besonders beim schwefelsauren Chinin schon sehr viel beobachtet worden, namentlich mit Gyps, Kreide, Magnesia, Borsäure, Zucker, Mannazucker, Stearinsäure, Stärkemehl, Salicin, Cinchonin. Die letzte Verfälschung ist auf die eben beschriebene Weise sehr leicht zu ermitteln, weil die Menge des Cinchonins natürlich viel größer als bei einer bloßen Verunreinigung ist. Die vier ersten geben sich zu erkennen, wenn man die Probe verbrennt

und lassen sich speziell durch die bekannten chemischen Merkmale nachweisen. Zucker und Mannit können durch wenig Wasser ausgezogen werden; Stearinsäure bleibt zurück, wenn man mit kalter verdünnter Schwefelsäure das Chininpräparat löst; Stärkemehl wird sofort durch Uebergießen der Probe mit wässeriger Jodlösung, und Salicin durch Röthung beim Befeuchten mit konzentrirter Schwefelsäure angezeigt. Im Allgemeinen also müssen alle hier angeführten Chininpräparate 1) ohne Rückstand verbrennen; 2) in verdünnter Schwefelsäure löslich sein; 3) durch Jodlösung nicht blau werden und 4) mit wenig Wasser übergossen keine süßschmeckende oder die chemische Reaktion des Zuckers und Mannits zeigende Lösung geben.

W. Stein.

Chlor.

(Bd. III. S. 437.)

1) Entwicklung. Das der Chlorentwicklung zu Grunde liegende chemische Prinzip ist, wie Bd. III. S. 439 ausgesprochen wurde, die Oxydation des mit Chlor verbundenen Wasserstoffs oder der diesem gleich funktionirenden Metalle. Es ist dort auch angeführt, daß man Salzsäure (H Cl) oder Kochsalz und Schwefelsäure ($Na\,Cl + SO_3\,HO = SO_3\,Na\,O + H\,Cl$) anwende und als Oxydationsmittel den Braunstein, Mangansuperoxyd ($Mn\,O_2$) benutze. Es ist jedoch klar, daß man auf diese Stoffe keineswegs beschränkt ist, sondern dem angeführten Prinzipe gemäß alle Chlorverbindungen mit leicht oxydirbarem Radikal und alle Oxydationsmittel, durch welche nicht dem Zwecke der Chlorentwicklung nachtheilige Nebenprodukte erzeugt werden, benutzen kann und mit Vortheil benutzt, sobald sie billiger zu stehen kommen, als die gewöhnlich gebräuchlichen. Während dieser Fall aber für die Chlorverbindungen nur als seltene Ausnahme eintreten kann, hat man bezüglich der Oxydationsmittel eine größere Auswahl und sind deren in der That auch in neuerer Zeit mehrere anzuwenden versucht worden. Am wichtigsten und interessantesten ist jedenfalls der Versuch, die Salzsäure durch den atmosphärischen Sauerstoff zu zersetzen. Dies gelingt nämlich, wenn man Luft und Salzsäure gleichzeitig durch einen bis zum Rothglühen erhitzten Raum streichen läßt. Obgleich nun hierbei ein Theil der Salzsäure unverändert bleibt, wird doch die Zersetzung ziemlich vollständig bewirkt werden können, wenn

man den glühenden Raum mit einem porösen, festen Körper, z. B. Bimssteinstücken, ausfüllt, wodurch nicht bloß eine innigere Mengung, sondern auch eine Verdichtung der reagirenden Gase herbeigeführt werden muß. Nächstdem hat Dunlop Salpetersäure oder salpetersaure Salze, aus denen durch Schwefelsäure die Salpetersäure frei gemacht wird, und Salzsäure (oder Chlormetalle und Schwefelsäure) in Anwendung gebracht. Bei der Aufeinanderwirkung dieser Stoffe entsteht bekanntlich salpetrige Säure und Chlor. Um diese beiden Gase von einander zu trennen, benutzt Dunlop die Eigenschaft der konzentrirten englischen Schwefelsäure, salpetrige Säure in großer Menge aufzulösen, indem er das Gasgemenge durch Schwefelsäure streichen läßt. Etwa mit übergegangene Salzsäure wird vom Wasser zurückgehalten, durch welches das Gas nach der Schwefelsäure zu streichen genöthigt wird. Diese Methode kann mit Vortheil nur dann benutzt werden, wenn von der salpetrigen Säure eine vortheilhafte Verwendung gemacht werden kann, und diese ist offenbar nur die zur Schwefelsäurefabrikation.

Eine gänzlich abweichende Methode der Chlorentwicklung hat Longmaid in England in Ausführung gebracht. Sie gründet sich auf die schon länger bekannte Thatsache, daß beim Rösten von Schwefelmetallen, deren schwefelsaure Salze in der Hitze ihre Säure verlieren, mit Chlornatrium Chlor frei wird. In diesem Falle geht das Schwefelmetall zuerst in schwefelsaures Oxyd über, die Schwefelsäure gibt den zur Oxydation des Natriums nöthigen Sauerstoff ab, verwandelt sich in schweflige Säure und das Chlor wird frei. (Z. B. $(Fe_2 O_3 , 2 SO_3) + (Na\, Cl) = Fe_2 O_3 + Na O , SO_3 + SO_2 + Cl.$) Als Schwefelmetall benutzt Longmaid Schwefel- und Kupferkiese, auch Bleiglanz, und röstet dieselben zuerst bei möglichst geringer Hitze, wobei nur das schwefelsaure Metalloxyd entstehen soll, ohne daß eine andere chemische Veränderung Statt findet. Das Röstprodukt wird dann in besonderen Oefen stärker erhitzt und dadurch Chlor und schweflige Säure erhalten. Daß diese Methode Vortheile gewähren kann, wenn sie neben der Ausbringung der betreffenden Metalle betrieben wird, unterliegt keinem Zweifel; doch ist zu berücksichtigen, daß die schweflige Säure von dem Chlor getrennt werden muß. Das einfachste Mittel hierzu würde darin bestehen, daß man die Gase durch verdünnte Schwefelsäure streichen ließe, welche die schweflige Säure zurückhalten würde und zuletzt ebenfalls zur Schwefelsäurefabrikation zu verwenden wäre. Ebenso

vortheilhaft dürfte es aber seyn, dieselben in Wasser zu leiten, wodurch unter Wasserzersetzung Chlorwasserstoff (Salzsäure) und Schwefelsäure gebildet werden müßte. Durch Abdampfen würde dann die letztere konzentrirt, die Salzsäure aber ausgetrieben und zur Chlorentwicklung auf gewöhnliche Weise benutzt werden können.

Außer den im Hauptwerke Bd. III. S. 440 angeführten Entwicklungsapparaten wendet man in neuerer Zeit zur Darstellung größerer Mengen von Chlor mit Vortheil große, aus mit Theer durchtränkten Sandsteinplatten zusammengefügte viereckige Kästen an, die durch Dampf direkt oder indirekt geheizt werden und in welche man den Braunstein gerne in ganzen Stücken einhängt, weil die Entwicklung des Chlors stetiger Statt findet und eine Rührvorrichtung in diesem Falle nicht nöthig, auch der Einkauf des Braunsteins in Stücken sicherer als der des gemahlenen ist. Außer den Sandsteinkästen sind gut gebrannte, thönerne, bauchige Gefäße im Gebrauche, welche in einem Wasser- (oder Chlorkalzium-) bade, oder durch Dampf (Sandbäder sind wegen des möglichen Zerspringens der Gefäße ganz unzweckmäßig) erhitzt werden und häufig mit einem durchlöcherten Einsatze von zylindrischer Form versehen sind, in welchen man den Braunstein in Stücken einlegt, während die Salzsäure in das bauchige Gefäß eingefüllt wird. Zur Weiterführung des entwickelten Gases dienen getheerte Thonröhren, wenn dasselbe nicht in eine Flüssigkeit eingeleitet wird; im andern Falle, wie gewöhnlich, Bleiröhren.

2) Bleichsalze. Mit diesem Kollektivnamen benennt man, wegen ihrer Anwendung zum Bleichen, die unterchlorigsauren (nach älterer Ansicht chlorigsauren, s. Bd. III. S. 451) Alkalien oder alkalischen Erden, welche durch Einleiten von Chlorgas in eine Lösung von kohlensaurem Kali oder Natron, oder in Kalkmilch, oder auch dadurch erhalten werden, daß man das Chlorgas auf die trockenen kohlensauren Alkalien oder trockenes Kalkhydrat einwirken läßt. Man kann sie auch unreine, unterchlorigsaure Salze nennen, da sie stets neben dem unterchlorigsauren Salze noch ein Chlormetall und in einzelnen Fällen ein basisches Oxyd oder ein doppelt kohlensaures (auch anderes saures) Salz enthalten. Das Chlor bemächtigt sich, in Folge seiner großen Verwandtschaft zum metallischen Radikale dieser Verbindungen, zuerst des Metalles, es in Chlormetall verwandelnd, und der frei werdende Sauerstoff vereinigt sich mit einem andern Antheile Chlor

zu unterchloriger Säure, welche endlich ihrerseits mit dem unveränderten Metalloxyde ein Salz bildet ($2\mathrm{Cl} + 2\mathrm{MO} = \mathrm{MCl} + \mathrm{ClO}, \mathrm{MO}$). Daraus geht hervor, daß die Bleichsalze stets Gemische seyn müssen von gleichen Atomen unterchlorigsauren Metalloxyds und Chlormetall. Wenn aber bei Anwendung einer Lösung von kohlensaurem Alkali die Zuleitung von Chlor unterbrochen wird ehe es im Ueberschusse vorhanden ist, so findet sich in der Lösung noch eine dritte Verbindung, nämlich doppeltkohlensaures Alkali, weil die Kohlensäure der Hälfte des kohlensauren Alkalis, welche durch die Bildung der unterchlorigen Säure frei geworden ist, sich mit der zweiten Hälfte desselben zu doppeltkohlensaurem Salze zu vereinigen fähig ist und dieses der Zersetzung durch Chlor einen größeren Widerstand entgegensetzt. Dies ist bei dem Eau de Javelle der Fall, welches sogar seine Eigenschaft, Eisenflecke aus weißen Zeugen zu entfernen, diesem Gehalte an doppeltkohlensaurem Salze allein verdankt. Wenn ferner trockenes Kalkhydrat mit Chlor behandelt wird, so lehrt die Erfahrung, daß ein Theil des ersteren unverändert bleibt, auch wenn Chlor im Ueberschusse vorhanden ist. Der trockene Bleichkalk enthält also stets basisches Kalkhydrat, welches sogar für seine Haltbarkeit wesentlich und unentbehrlich ist. Das Kalkhydrat schützt nämlich einerseits das Chlorkalzium vor dem Feuchtwerden, andererseits den unterchlorigsauren Kalk vor der Zersetzung durch die Kohlensäure der Luft.

a) Chlorkali und Chlornatron (Bd. III. S. 452), welche man zwar im trockenen Zustande darstellen kann, gewöhnlich jedoch nur in Auflösung darstellt, sind in solcher als Eau de Javelle oder Eau de Labarraque bekannt. Für die Darstellung auf trockenem Wege wendet man an der Luft zerfallenes kohlensaures Natron an, d. h. solches, welches einen Theil seines Krystallwassers verloren hat (verwittert ist). Man bedient sich dazu derselben oder ähnlicher Apparate, wie zur Darstellung des trockenen Chlorkalks und hat die Beobachtung gemacht, daß wie beim Chlorkalk ein Theil des Kalkhydrates, so hier ein Theil des kohlensauren Salzes, selbst bei Anwendung eines Ueberschusses von Chlor, unzersetzt bleibt. Sehr billig kann man sie auf nassem Wege durch Zersetzung einer Chlorkalklösung mittelst schwefelsauren Kalis oder Natrons darstellen (Art. Bleichkunst, Supplementbd. I. S. 479). Auch erhält man sehr stark bleichende Flüssigkeiten, wenn man in die Lösung der genannten

schwefelsauren Salze Chlor bis zur Sättigung einleitet. Hierbei wird die Hälfte der Salze in unterchlorigsaures umgewandelt: $4 SO_3 NaO + 2 Cl = Na Cl + Cl O, Na O + 2 (Na O, 2 SO_3)$; die andere Hälfte wird zu einem sauren Salze. Zum Bleichen der Zeuge müßten solche Lösungen, wegen des sauren Salzes, mit großer Vorsicht angewendet werden.

b) Chlorkalk. Um Chlorkalk von guter Qualität darzustellen, muß man vor allen Dingen einen reinen Kalk zur Verfügung haben, ein thonhaltiger Kalk liefert stets ein Präparat von geringer Bleichkraft. Bei der großen Konkurrenz, welche besonders die englischen Fabriken den deutschen in diesem Artikel machen, ist es überdies wichtig, daß nicht bloß der Kalk, sondern auch das Chlor zum billigsten Preise beschafft werde; die Chlorkalkfabrikation rentirt daher nur in Verbindung mit der Sodafabrikation, welche die Salzsäure als Nebenprodukt liefert.

Darstellung. Was im III. Bande des Hauptwerkes, S. 456, über die Darstellung des trockenen Chlorkalks angeführt ist, gilt in allen Theilen auch heute noch. Um das (auf eine der bei Darstellung des Chlors angegebenen Methoden bereitete) Chlorgas zu trocknen, läßt man dasselbe zweckmäßig, bevor es in die Absorptionskammer eintritt, durch eine oder zwei leere oder mit Bimssteinstücken gefüllte, in kaltem Wasser stehende Vorlagen gehen. Die Absorptionskammer selbst muß keinen überflüssigen Raum darbieten, daher entweder sehr niedrig, oder mit einem Querboden versehen seyn. Anstatt des Bd. III. S. 459 beschriebenen Tennant'schen Absorptionsapparates bedient man sich jetzt gewöhnlich eines, wie jener aus Sandsteinplatten zusammengefügten, aber niedrigeren, welcher weder vertikale, noch horizontale Scheidewände in seinem Innern hat.

Chlorometrie. Um den Gehalt eines Chlorkalks, oder seine Leistungsfähigkeit zu bestimmen, zersetzt man eine gewogene Menge desselben durch Salzsäure, welche für jedes Aequivalent unterchloriger Säure zwei Aequivalente Chlor entwickelt ($Cl O + Cl H = 2 Cl + H O$). Die Menge des Chlors ermittelt man alsdann entweder durch die Menge des davon gebleichten Indigs, wie es Bd. III. S. 465 ff. angegeben ist, oder besser durch die Wirkung, welche dasselbe auf, einer höhern Chlorstufe fähige, Chlorüre ausübt. Eine von jedem in volumetrischen Arbeiten nur wenig Geübten leicht ausführbare und in ihren

Resultaten sichere Probe ist die folgende, welche sich auf die Verwandlung des Zinnchlorürs in Zinnchlorid gründet: Man wägt eine beliebige Menge, z. B. 1 Gramm Chlorkalk ab und zerrührt denselben mit dem Zehnfachen destillirten Wassers; andererseits mißt man von einer durch chromsaures Kali titrirten Zinnchlorürlösung so viel ab, daß darin etwa das Doppelte des abgewogenen Chlorkalkes gelöst ist, und vermischt diese mit ihrem halben Volumen Salzsäure. Nun vermischt man in kleinen Portionen den mit Wasser zerrührten Chlorkalk mit der Zinnchlorürlösung und spült schließlich die Reibschale sorgfältig mit Wasser aus. Um zu erfahren, wie viel Zinnchlorür in Chlorid verwandelt worden ist, setzt man jetzt der Flüssigkeit einige Tropfen Jodkaliumlösung und Stärkekleister, endlich so lange von einer titrirten Lösung von saurem chromsauren Kali zu, bis dieselbe durch gebildete Jodstärke blau gefärbt wird; 187 Zinnchlorür entsprechen 71, oder 26,34 Zinnchlorür 10 Chlor.

Nach Gay-Lussac (s. Bd. III. S. 466) drückt man die Leistungsfähigkeit eines Chlorkalks in Graden aus, wovon jeder einem Maßtheile einer a. a. Ort bezeichneten Indigtinktur entspricht. Diese Bezeichnungsart ist mit Rücksicht auf die entsprechende chlorometrische Methode nicht unpassend gewesen; sie muß aber für alle quantitativen Prüfungsmethoden durch die am leichtesten verständliche prozentische Angabe ersetzt werden. Um eine solche sofort beurtheilen zu können, ist es am zweckmäßigsten, die unterchlorige Säure des Chlorkalks, welche in ihrer Wirkung zwei Aequivalenten Chlor entspricht, auch bei der prozentischen Angabe durch ihr Aequivalent an Chlor zu bezeichnen, d. h. den wirksamen Gehalt des Chlorkalkes so auszudrücken, als ob er von zwei Atomen Chlor herrührte.

3) Chlorsaures Kali. Die Bereitung dieses Salzes nach den Bd. III. S. 461 angegebenen Methoden ist dadurch mit nicht unbedeutenden Verlusten an werthvollem Material verknüpft, daß fünf Sechstel des angewendeten kohlensauren Kali in Chlorkalium verwandelt werden, welches nur einen geringen Werth besitzt. Man kann diesen Verlust jedoch auf verschiedene Weise vermeiden oder verringern; denn es läßt sich 1) Chlorkalium bei Gegenwart von Aetzkalk durch Zuleiten von Chlor in chlorsaures Kali überführen, wozu der Kalk den Sauerstoff liefert; und 2) verwandelt sich Chlorkalk durch Kochen in chlorsauren Kalk: $3(ClO, CaO) = 2(ClCa) + ClO_5, CaO$, welcher an

Chlorkalium oder kohlensaures Kali seine Chlorsäure abgibt. Nach 1) wird 1 Aequivalent Chlorkalium (= 74,7) mit 6 Aequivalenten Aetzkalk (= 168) oder 1 Gewichtstheil Chlorkalium mit 2,2 Gewichtstheilen gebranntem Kalk und soviel Wasser gemischt, daß ein dünner Brei entsteht, in welchen man bis zur Sättigung Chlor einleitet. Nach 2) werden 10 Theile Chlorkalk mit Wasser zu Brei angerührt und dieser zur Trockene abgedampft. Der trockene Rückstand wird in Wasser gelöst, die Lösung filtrirt, durch Abdampfen konzentrirt und mit 1 Theil Chlorkalium vermischt. Beim Erkalten krystallisirt chlorsaures Kali aus. Endlich kann man auch Kalkmilch mit Chlor sättigen, filtriren, die Lösung des gebildeten Chlorkalkes durch schwefelsaures Kali zersetzen, von neuem filtriren, die Lösung mit Chlor sättigen und zur Krystallisation abdampfen. In diesem Falle hat man selbstverständlich wenigstens keinen Verlust an kohlensaurem Kali; ein Theil des schwefelsauren wird aber nicht in chlorsaures Kali, sondern nur in Chlorkalium verwandelt.

Das chlorsaure Kali kann mit Chlorkalium verunreinigt und selbst damit verfälscht vorkommen. Die Gegenwart dieser Beimischung wird durch salpetersaures Silberoxyd erkannt, die Menge derselben am besten durch die beim Chlorkalk angegebene chlorometrische Probe ermittelt. Man kocht zu dem Ende eine gewogene Menge des Salzes mit Salzsäure, leitet das entwickelte Chlor in Aetzlauge und fügt diese, wie die früher angeführte Mischung von Chlorkalk und Wasser, der Zinnchlorürlösung bei. 5 Aequivalente Chlor entsprechen 1 Aequivalent chlorsaurem Kali, oder 100 in Chlorid verwandeltes Zinnchlorür zeigen 26,4 chlorsaures Kali an.

W. Stein.

Chokolade.

(Bd. III. S. 470.)

Die Verfahrungsarten bei der Chokoladebereitung sind im Hauptwerke genügend dargestellt. Nachträge werden jedoch erfordert in Betreff von Maschinen und anderen mechanischen Vorrichtungen, welche neuerlich in großer Ausdehnung bei dieser Fabrikation Eingang gefunden haben. Die hierüber mitzutheilenden Abbildungen befinden sich sämmtlich auf Tafel 48.

A. Vorrichtung zum Rösten des Kakao.

Der Eisenblechzylinder, in welchem das Rösten vorgenommen wird, kann 14 bis 15 Zoll (rheinländisch oder Wiener) Durchmesser bei 26 Zoll Länge haben, und ist dann groß genug um 50 Pfund (25 Kilogramm) auf ein Mal darin zu behandeln. Er liegt horizontal in einem gemauerten Ofen, von dessen Decke sich mitten ein Zugrohr erhebt, und ist auf einer eisernen Achse befestigt, welche mittelst einer Handkurbel von einem Kinde langsam umgedreht wird. Man macht die Achse hohl, an dem der Kurbel entgegengesetzten Ende offen, und versieht sie mit einer Menge kleiner Löcher, durch welche die Dämpfe aus dem Innern des Zylinders entweichen können; sie ragt übrigens aus jedem der beiden Zylinderböden 12 Zoll weit hervor und liegt nahe an diesen Böden in Lagern eines länglich viereckigen eisernen Rahmens, der den Zylinder umschließt. Im Ofen ruhen die zur Zylinderachse parallelen Langseiten des Rahmens auf zwei geraden eingemauerten Eisenschienen. Die Vorderseite des Ofens ist ganz offen, damit man den Zylinder hineinschieben und gänzlich herausziehen kann; sie wird aber während der Arbeit durch zwei an Scharnieren gehende Thürflügel von Eisenblech geschlossen. Um den Zylinder bequem mit Kakaobohnen zu füllen, legt man ihn sammt seinem Rahmen auf ein neben dem Ofen vorhandenes eisernes Gestell. Hat man hiernach die Thür in der Zylinderwand, durch welche das Einbringen der Bohnen geschah, verschlossen, so schiebt man Rahmen und Zylinder in den Ofen, wo nun an jedem Ende 3 Zoll der Achse sich außerhalb befinden, so daß das Drehen der Kurbel und die Entweichung der Dünste ungehindert von Statten gehen können. Dem Roste für die Feuerung ist 6 Zoll unter dem Zylinder sein Platz angewiesen; er hat gleiche Länge mit dem Zylinder, aber nur 8 bis 9 Zoll Breite. Damit während des Röstens die Bohnen sich wenden und durch einander fallen, ist inwendig am Zylinder, parallel zu dessen Achse, ein Streifen Eisenblech in solcher Stellung festgenietet, daß seine Fläche einer durch die Achse gehenden Ebene entspricht.

Eine zweckmäßige Verbesserung des Röstapparates, wodurch dieser aber sehr an Einfachheit verliert und theuer wird, hat Devinck angegeben: er macht Wand und Böden des Blechzylinders doppelt, so daß durch den kleinen mit Luft gefüllten Zwischenraum einer zu heftigen Erhitzung des innern Zylinders vorgebeugt und das Verbrennen des

Inhalts verhütet wird; auch versieht er die Achse mit mehreren gebogenen Armen oder schmalen Schaufeln zum bessern Wenden und Mengen der Kakaobohnen, und bringt eine Vorrichtung an, um zur Beurtheilung des Fortgangs der Arbeit eine Probe herauszunehmen. Die Abbildung hiervon siehe im Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, Année 49 (1850), p. 361.

Durch gehöriges Rösten verliert der rohe Kakao 7 bis 8½ Prozent von seinem Gewichte (Caraccas etwas weniger als die anderen Sorten).

B. Maschine zum Enthülsen.

Die im Hauptwerke (Bd. III. S. 474) mitgetheilte Maschine zur Absonderung der Hülsen vom gerösteten Kakao ist neuerlich wesentlich verbessert worden. Sie besteht aus einer hölzernen Walze von 3 bis 3½ Zoll Durchmesser und 9 bis 10 Zoll Länge, auf ihrer ganzen Zylinderfläche mit zahlreichen Nägeln beschlagen, deren hervorstehende spitzige Köpfe die Gestalt vierseitiger Pyramiden haben; und aus dem vierseitigen hölzernen Trichter oder Rumpfe, in welchen der geröstete Kakao geworfen wird. Die Walze befindet sich horizontalliegend in der untern Oeffnung des Rumpfes und wird mittelst Handkurbel oder Riemenscheibe 50 bis 60 Mal in 1 Minute umgedreht. Die eine Seitenwand des Rumpfes ist unten durch eine Art Schuh, nämlich eine stellbare bogenförmige Gußeisenplatte verlängert, welche sich bis unterhalb der Walze fortsetzt und dem Umkreise derselben näher und näher tritt. Auf der konkaven (der Walze zugewendeten) Fläche dieser Platte ragen vierseitig pyramidale kleine Zacken hervor, welche den Nagelköpfen der Walze gleichen und zwischen dieselben eingreifen. Dreht sich nun die Walze, so werden die im Rumpfe auf ihr liegenden Kakaobohnen in den sich verengernden Raum zwischen Walze und Platte hineingezogen, gequetscht, dann unter der Walze wieder losgelassen, wo sie auf ein Sieb fallen. Man macht auch die Walze von Gußeisen, und besetzt sie wie den Schuh mit kurzen stählernen Stiften. — Der bisher beschriebene Apparat befindet sich auf einem länglichen hölzernen Kasten, der nur an beiden Enden offen ist. Im Innern dieses Kastens bildet das schon erwähnte Sieb eine geneigte Fläche, auf welcher der Kakao theils von selbst, theils in Folge der dem Siebe ertheilten schüttelnden Bewegung hinabgleitet: dabei fallen kleine Bruchstückchen der Bohnen durch; die Hülsen aber, nebst dem

Staube und anderen leichten Unreinigkeiten, werden durch den Luftzug, welchen ein am tieferliegenden Ende des Siebes umlaufender vierarmiger Windflügel erzeugt, nach der entgegengesetzten Seite durch den Kasten fortgejagt.

Außer zum Enthülsen dient diese Maschine auch sehr gut, um die von Hülsen schon gereinigten Kakaobohnen bei einem zweiten (und nöthigenfalls dritten) Durchgange in kleine Stückchen zu zerbrechen und hierdurch für die weitere Zerkleinerung auf den Reibmaschinen vorzubereiten; daß bei dieser Anwendung der Windflügel unthätig bleibt und der Schuh näher zur Walze gestellt wird, versteht sich von selbst.

C. Maschinen zum Zerkleinern und Mischen.

Bei der Handarbeit bedient man sich zum Zermalmen des enthülseten Kakao und zum Mischen desselben mit Zucker und Gewürz zweier Verfahrungsarten, nämlich zuerst des Stoßens im Mörser und dann des Reibens auf einer Steinplatte mittelst der eisernen Walze (siehe im Hauptwerke Bd. III. S. 475 bis 477). Für beide Operationen hat man mancherlei Maschinen in Anwendung gebracht; aber am meisten für das Reiben, welches sich vorzugsweise zur Ausführung durch Mechanismus eignet. In Fabriken von großem Umfange ist gegenwärtig das Stoßen gänzlich aufgegeben, und man verrichtet die Arbeit von Anfang bis zu Ende mittelst Reibmaschinen.

1) Stoßmaschinen. Eine Maschine nach dem Prinzipe der Stampfmühlen, nämlich mit vertikal fallenden durch Wellbaumen gehobenen Stößeln ist leicht herzustellen, bearbeitet jedoch die Masse langsam und ungleichmäßig wenn nicht ein Arbeiter fortwährend bemüht ist, den ausweichenden Teig wieder unter dem Stößel zusammenzustreichen. Beschreibung und Abbildung eines derartigen Stampfwerkes mit vier gußeisernen Mörsern, von Antic zu Paris, findet sich in l'Industriel par Christian, Tome VIII. p. 42. — Um die eben erwähnte Nachhülfe zu ersparen, hat man drei wechselweise gehobene Stößel in einem Mörser zusammenarbeiten lassen und dem letztern eine langsame Drehung um seine Achse ertheilt. — Die von Vernaut erfundene, wesentlich abweichend gebaute Stoßmaschine kommt weiter unten in Verbindung mit dessen Reibmaschine vor (S. 266).

2) Reibmaschinen. Die in Anwendung gebrachten Chokolade-Reibmaschinen lassen sich unter fünf Gattungen ordnen: sie wirken

entweder a) mittelst einer auf einem Reibsteine hin und her rollenden Walze; oder b) mittelst mehrerer auf dem scheibenförmigen Reibsteine im Kreise herumrollender abgestutzter Kegel; oder c) mittelst rollender Steine in einem Troge; oder d) mittelst zweier, auch dreier und mehrerer, ähnlich wie bei Walzwerken angeordneter Zylinder; oder endlich e) mittelst eines gefurchten Kegels in einem gleichfalls gefurchten Mantel. Die Anwendung dieser verschiedenen Maschinen wird durch ihre Konstruktion und Wirkungsweise bestimmt. Auf a und b kann der Kakao jedenfalls erst dann gebracht werden, wenn er bereits in einen gröblichen Teig (oder wenigstens in Pulver) verwandelt ist, was durch Stoßen im Mörser oder durch Maschinen wie c und e erreicht wird. Die letzteren beiden dienen also in diesem Falle zur Vorbereitung; doch sind sie — und vorzugsweise gilt dies von der Art c — auch geeignet, die ganze Bearbeitung bis zu Ende, ohne Mithülfe anderer Maschinen, durchzuführen. Die Zylindermaschinen d können den Kakao empfangen, nachdem derselbe nur auf der Enthülsungsmaschine (S. 256) klein zerbrochen worden ist.

a) Maschinen mit Reibstein und rollender Walze. Dies ist die älteste, dem bei Handarbeit üblichen Apparate nachgebildete Art, welche die beständige Mitwirkung eines Arbeiters nicht erspart und wegen ihrer geringen quantitativen Leistungsfähigkeit nur für kleine Fabriken sich eignet. Das Wesentlichste derselben besteht in einem festliegenden, von unten zu etwa 30° R. erwärmten Steine (hartem Kalkstein, Marmor, am besten Granit), dessen obere Fläche nach einem Zylinderabschnitte von großem Halbmesser ausgehöhlt ist; und aus einer Walze, welche auf diesem Steine vor- und rückwärts gerollt wird. Bei Poincelet's schon 1810 in Frankreich patentirter, von Caillon ausgeführter Maschine (siehe Description des machines et procédés spécifiés dans les Brevets d'invention etc. dont la durée est expirée, Tome 8, p. 130) ist die Walze im untern Ende eines aufrechten Rahmens angebracht, wird von einer Feder auf den Stein niedergedrückt und vom Arbeiter mit den Händen bewegt. Die Maschine von Legrand (Bulletin de la Société d'Encouragement, 19. Année 1820, p. 234) hat hiermit große Aehnlichkeit, weicht aber dadurch ab, daß der Druck auf die Walze durch ein Gewicht und die Bewegung mittelst Hebelwerks durch zwei Fußtritte hervorgebracht

wird, so daß der Arbeiter seine Hände stets zum Zusammenstreichen der Kakaomasse frei hat.

b) Maschinen mit rollenden Kegeln. Hierzu gehört die im Hauptwerke (Bd. III. S. 478) beschriebene und abgebildete spanische Chokolademaschine, über welche man auch das Bulletin de la Société d'Encouragement, 19. Année 1820, p. 3, und Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 3, S. 175, nachsehen kann. Sie enthält sechs aus Eisen gegossene abgestutzte Kegel, welche auf dem horizontalen zirkelrunden Bodensteine nach der Richtung von Halbmessern desselben liegen und auf ihm mit rollender Bewegung den Kreisweg durchlaufen. Der Druck dieser Kegel gegen den Bodenstein wird durch deren eigenes Gewicht und durch das Gewicht des Rahmenwerkes erzeugt, in welchem ihre Zapfenlager sich befinden. Die Kegelachsen sind horizontal, woraus von selbst folgt, daß die Oberfläche des Bodensteines sich nach der Mitte zu konisch erhebt, wie es der Verjüngung der Kegel entspricht. Dieser Umstand befördert das Herauskommen der Masse von der Mitte (in deren Nähe sie aufgegeben wird) nach dem Umkreise, wo sie innerhalb der hölzernen Einfassung des Steines sich sammelt und weggenommen wird. Der Bodenstein ist, bei 35 Zoll Durchmesser, am Rande 7½ Zoll, in der Mitte 8¼ Zoll dick; jeder der Kegel hat 14 Zoll Länge und am dünnen Ende 3½ Zoll, am dicken Ende 5 Zoll Durchmesser. Drei solche Maschinen werden von einem Maulthiere getrieben; eine jede wird fünf Mal des Tages mit 22 bis 24 Pfund Kakaomasse beschickt, deren Bearbeitung 2½ Stunden dauert, so daß alle drei Maschinen täglich im Durchschnitte 345 Pfund liefern, während ein guter Arbeiter mit der Handwalze nur 20 bis 25 Pfund fertig macht.

Nach demselben Prinzipe sind viele Maschinen mit mancherlei Abänderungen gebaut. So die von Antic in Paris (l'Industriel, par Christian, Tome 8, p. 33, und Technologische Encyklopädie, Artikel Mühlen, Bd. X. S. 207), welche vier gußeiserne Kegel auf einem granitenen Bodensteine enthält; Federn wirken von oben auf die Zapfen der Kegel und pressen diese letzteren noch stärker gegen den Stein, als dies durch das eigene Gewicht schon geschieht. Zwei der Kegel können zeitweise durch Sperrrad und Sperrkegel an der Achsendrehung gehindert werden, wonach sie so lange, als dieser Zustand dauert, auf dem Bodensteine fortschleifen statt zu rollen. Der

Bodenstein hat 53 Zoll Durchmesser; die Kegel sind 21 Zoll lang, am innern Ende 7½ Zoll, am äußern 10½ Zoll dick.

Hermann in Paris, der sich um die Maschinerie für Chokoladefabriken große Verdienste erworben hat, baut Reibmaschinen mit drei Kegeln, welche gleich dem Bodenstein aus Granit hergestellt werden und bei 15 Zoll Länge am dünnen Ende 7 Zoll, am dicken Ende 10 Zoll Durchmesser haben; der Bodenstein mißt 40 Zoll. Die stehende Welle, welche das schwere gußeiserne Gestell der Kegel umdreht, ragt oberhalb dieses Gestelles nicht hervor und empfängt die Bewegung durch den Eingriff zweier konischer Räder unterhalb des Bodensteines.

Chomeau's im Jahre 1840 für Frankreich patentirte Maschine (Description des machines et procédés spécifiés dans les Brevets expirés, Tome 49, p. 225) enthält ebenfalls drei Kegel, aber diese empfangen, während sie im Kreise auf dem Bodensteine herumgehen, durch Räderwerk eine selbständige Achsendrehung viel schneller als diejenige, welche sie durch die Wälzung erlangen würden: damit entsteht eine wesentliche Vergrößerung der Wirkung, aber freilich auch ein sehr erhöhter Kraftbedarf.

Zuweilen gibt man, um die Wirkung zu verstärken, auch dem Bodensteine eine drehende Bewegung, welche jener des Gestelles der Kegel entgegengesetzt ist. Neuerlich kommen Maschinen vor mit einer größeren Zahl von Kegeln, über welchen noch andere Kegel so angebracht sind, daß sie sich zwischen die auf dem Bodenstein arbeitenden einlagern und dieselben berühren, wodurch zwar die Summe der reibenden oder mahlenden Oberflächen sehr vermehrt, aber die Maschine bedeutend vertheuert wird. Im Gegensatze hierzu hat man andererseits auch wieder die Maschinen in dem Grade verkleinert und vereinfacht, daß sie zum Betriebe durch Menschenkraft und also für Fabriken von geringem Umfange sich eignen. Eine solche Anordnung von Ruffier zu Paris mit nur zwei Kegeln aus Granit oder Gußeisen, patentirt 1844 (siehe Description des machines et procédés pour lesquels des Brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5. juillet 1844, Tome 1, p. 208) hat folgende Dimensionen der Kegel:

	für die Kraft eines Mannes.	für die Kraft zweier Männer.
Länge	7½ Zoll	11½ Zoll.
Kleiner Durchmesser .	4½ "	6¾ "
Großer " .	6 "	9 "

c) Maschinen mit rollenden Steinen. Diese sind von Hermann in Paris in die Chokoladefabrikation eingeführt worden; Beschreibungen mit Abbildungen derselben finden sich in nachstehenden Werken: Bulletin de la Société d'Encouragement, 48. Année, 1849, p. 523; Dingler's Polytechnisches Journal Bd. 115, S. 246; Armengaud, Publication industrielle Tome 6, p. 27. Auf unserer Tafel 48 ist nach letztgenannter Quelle in Fig. 4 ein senkrechter Durchschnitt und in Fig. 5 der Grundriß einer solchen Maschine gegeben. Die Haupttheile sind zwei ellipsoidische Läufer G G von Granit, welche lose auf einer gemeinschaftlichen Achse F F stecken und in der ringförmigen Vertiefung eines gleichfalls granitenen Troges A herumgewälzt werden. Letzterer ist mit einem gußeisernen Mantel B so umgeben, daß ein Zwischenraum bleibt, in welchen man Wasserdampf leitet, wenn eine Erwärmung erfordert wird. Die Maschine dient nämlich ebensowohl zum vorbereitenden Zerdrücken (Pulvern) des Kakao und zum Mahlen des Zuckers, als zum Reiben und Mengen des Chokoladeteiges; aber nur im letzteren Falle geschieht die Arbeit unter Anwendung von Wärme.

Die Vertiefung des Troges A bildet, wie man aus Fig. 4 erkennt, eine Rinne von halbkreisförmiger Querschnittsgestalt. Der so ausgearbeitete, äußerlich zylindrische Granitstein ruht mit seinem untern Rande auf mehreren Klötzchen wie a, a, a, welche auf dem Boden des eisernen Mantels B beim Gusse gebildet sind; b ist das Rohr zur Zuleitung des Dampfes, c (Fig. 4) ein anderes — gleichfalls mit Hahn versehenes — Rohr zum Ablassen des überflüssigen Dampfes und des kondensirten Wassers. Maschinen von bedeutender Größe (wie die abgebildete, bei welcher der Bodenstein oder Trog 57 Zoll Durchmesser und 13 Zoll Höhe hat, die Läufer 2 Fuß im Durchmesser groß und 11 Zoll dick sind) werden mittelst Bolzen auf einem gemauerten Fundamente C oder auf starken Balken befestigt; kleine, auf Betrieb durch Menschenhand berechnete Exemplare bringt man auf tragbarem hölzernen oder eisernen Gestelle an. D stellt einen zylindrischen Aufsatz von Eisenblech oder Gußeisen vor, dessen breite Flantsche mittelst Schrauben f dampfdicht mit dem Mantel B verbunden ist und ebensowohl den Dampfraum von oben verschließt, als den Fassungsraum des Troges A vergrößert. Während der Arbeit kann man — um Verunreinigung abzuhalten und die Zerstreuung

der Wärme zu verhindern, eine Leinwanddecke darüberlegen, welche leicht zu beseitigen ist, wenn man die Maschine füllen oder entleeren will.

Im Mittelpunkte des Troges A ist eine gußeiserne Pfanne e eingesetzt, und auf deren Boden ein Stahlklötzchen als Unterstützung für den Zapfen der stehenden Welle E, welche einen horizontalen schmiedeisernen Doppelarm F und daran die Läufer G G trägt. Die Welle E verlängert sich weit genug nach oben, daß das konische Zahnrad H derselben, welches mittelst eines ähnlichen Rades I Bewegung empfängt, beim Bedienen der Maschine nicht im Wege steht; unmittelbar unter dem Rade H wird für die Welle ein Halslager angebracht, welches in Fig. 4 weggelassen ist. Der Doppelarm F hat in seiner Mitte die Gestalt eines elliptischen Ringes mit viereckiger Oeffnung, welche letztere einen gleichgeformten dickeren Theil der Welle E umfaßt, so daß diese Welle bei ihrer Umdrehung den Arm F mitnimmt, demselben aber die Freiheit läßt sich zu heben oder zu senken, je nachdem die Läufer G mehr oder weniger von der zu mahlenden Substanz unter sich haben. Die Läufer (von denen der eine in Fig. 4 durchschnitten erscheint) sind ellipsoidische Granitsteine mit einem Loche in der Mitte und auf den abgedrehten Theilen des Doppelarmes F gerade so angebracht, wie ein Paar Wagenräder auf ihrer Achse. Zu diesem Behufe ist in das Loch jedes Läufers eine zylindrisch ausgebohrte gußeiserne Büchse mit Gyps eingekittet; um einen Raum zum Aufenthalte des Schmieröles zu erzeugen, hat man der Achse nur in der Nähe beider Enden der Büchse ihre volle Dicke gelassen, dazwischen aber sie ein wenig dünner abgedreht. Am Ende der Achse ist eine Schraubenmutter o vorgelegt, um das Abgehen des Läufers von der Achse zu verhindern; doch wird diese Mutter nicht scharf angezogen, damit sie dem Läufer gestattet, sich um seinen eigenen Mittelpunkt zu drehen, also die wälzende oder rollende Bewegung anzunehmen, welche eine Folge des mittelst der Welle E hervorgebrachten Kreislaufes ist. Jeden Läufer umschließen in Form eines Bandes oder Ringes zwei beinahe anliegende sehr dünne Stahlstreifen g, g, deren Enden einerseits unter der Flantsche der Achse F, andererseits unter der Schraubenmutter o eingeklemmt und dadurch festgehalten werden; dieser Ring behauptet stets die horizontale Ebene und streift, indem der Läufer innerhalb desselben sich dreht, von letzterem die anhangende Kakaomasse ab. Um

eine gleiche Wirkung auch an den Seitenwänden des Troges A auszuüben, dienen zwei andere dünne stählerne Streichmesser i, j, welche nach dem Profile der Troghöhlung gebogen, windschief geformt und an dem mit der Welle E verbundenen (also gleich den Läufern im Kreise herumgehenden) schmiedeisernen Bügel h festgeschraubt sind. Bei der gegenwärtigen Maschine kann die Welle E in 1 Minute etwa 30 Umgänge machen; bei einer kleineren mit 13 Zoll im Durchmesser haltenden und 6½ Zoll dicken Steinen, deren Mittelpunkte 10½ Zoll von der Achsenlinie der Welle E entfernt sind, 45 bis 50 Umgänge.

Eine von der vorstehenden in einigen Punkten abweichende Konstruktion findet sich abgebildet und beschrieben in dem Génie industriel, par Armengaud frères, Tome 2 (1851), p. 27. Daran bemerkt man zunächst, daß die Welle E oben nur wenig aus dem Bodensteine A hervorragt, dagegen nach unten durch ein Loch dieses Steines geht, wonach denn auch die Räder H und I unterhalb angebracht sind. Ferner ist der Aufsatz D durch eine geschweifte Form nach oben mehr erweitert; und die Streichmesser i, j reichen höher hinauf.

Wiewohl mittelst dieser Maschinen recht gut das Zerreiben des Kakao und nachher sogleich das Mischen desselben mit Zucker und etwa sonst noch angewendeten Zusätzen ausgeführt werden kann; so hat doch Hermann für größere Fabriken eine eigene etwas verschiedene Maschine gebaut, welche ausschließlich zum Mischen der Substanzen — nachdem diese bereits einzeln fein gerieben sind — bestimmt ist (siehe Publication industrielle, par Armengaud aîné, Tome 8, p. 87—88). Diese enthält nur einen Läufer, der in Gestalt einem gewöhnlichen Mühlsteine gleicht bis auf den Umstand, daß die Stirnfläche querüber konvex ist, so daß der Körper wie eine durch zwei parallele Schnitte aus der Mitte einer Kugel entnommene Scheibe sich darstellt. Der Durchmesser des Läufers beträgt 19 Zoll, seine Dicke 7 Zoll; seine innere, d. h. der vertikalen Umlaufsachse zugewendete Fläche ist von dieser Achse 7 Zoll entfernt.

d) Maschinen mit Zylindern. Wenn Walzen zum Zerquetschen oder Zerreiben angewendet werden, ist es ein wesentliches Erforderniß, daß deren zusammen arbeitende Mantelflächen sich mit ungleicher Geschwindigkeit bewegen, so daß die eine auf der andern gleitet oder schleift. Von der Nothwendigkeit dieses Umstandes wird

man sich durch folgende Betrachtung überzeugen. Wer ein Körnchen irgend einer Substanz mit dem Finger zertheilen will, beschränkt sich, gleichsam instinktmäßig, nicht auf Ausübung eines Druckes, sondern gibt der Fingerspitze eine streichende Bewegung. Beim Stoßen im Mörser wird nie so schnell und leicht ein gleichmäßig feines Pulver erzeugt als in der Reibschale, wo man mit dem Pistille dieselbe streichende Einwirkung ausübt. Die Vorrichtungen zum Reiben mittelst einer Walze auf einer Steinplatte oder mittelst abgestutzter Kegel auf einem scheibenförmigen Bodensteine (S. 258, 259) würden noch langsamer wirken als thatsächlich der Fall ist, wenn bei ihnen die Bewegung der Walze oder der Kegel eine rein wälzende, d. h. die Umfangsgeschwindigkeit des rollenden Bestandtheiles genau dem auf der Unterlage durchlaufenen Wege entsprechend wäre. Es tritt aber fast unvermeidlich das Gegentheil ein; denn der zwischen den arbeitenden Flächen befindliche schlüpfrige Teig verhindert eine vollkommene Wälzbewegung, d. h. er bewirkt, daß Walze oder Kegel einiger Maßen in ihrer Achsendrehung verzögert werden, wonach deren Mantelfläche mehr oder weniger schleift oder streift. Es ist (S. 259) angeführt worden, daß Antic bei seiner Reibmaschine diese Art Wirkung durch zeitweises Sperren der Kegel absichtlich für kurze Perioden erzeugte; ferner (S. 260), daß Chomeau in noch höherem Grade ein Gleiches erreichte, indem er die Achsendrehung der Kegel über das der Wälzung entsprechende Maß hinaus steigerte. Bei allen Maschinen mit Kegeln überhaupt tritt der beachtenswerthe Umstand ein, daß eine rein wälzende Bewegung in der ganzen Längenerstreckung der Kegel darum unmöglich wird, weil die Verjüngung dieser letzteren viel schlanker ist als zu dem gedachten Zwecke erforderlich wäre.[1] — Läßt man zwei Zylinder mit ihren Mantelflächen in solcher Weise gegen einander wirken, daß deren Umfangsgeschwindigkeiten gleich groß sind, so üben sie nur eine drückende Thätigkeit aus: dies ist die richtige Methode für Walzwerke zum Strecken dehnbarer Körper (z. B. in der Blechfabrikation und

[1] Um eine reine Wälzbewegung zu erzeugen, müßten die Durchmesser der beiden Kegel-Enden sich eben so zu einander verhalten, wie deren Abstände von der vertikalen Achse, um welche der Kreislauf Statt findet. In Wirklichkeit aber sind die dünnen Ende der Kegel viel dicker, als sie nach dieser Forderung ausfallen würden, und dem zufolge kann eigentlich die Wälzbewegung ohne Schleifen nur auf einem einzigen Punkte der Kegellänge Statt finden.

bei ähnlichen Gelegenheiten), sowie zum Zerbrechen harter Substanzen (Erze u. s. w.) in kleine Stücke oder zum Auspressen (z. B. des Zuckerrohres, durchnäßter Zeuge u. dergl.); aber nicht zum Zerreiben weicher Stoffe oder solcher Pulver, welche bereits einen gewissen Grad von Feinheit erlangt haben. Hierzu wird erfordert, daß die Zylindermantelflächen bei ihrer Bewegung in derselben Richtung eine ungleich große Geschwindigkeit haben. Man richtet nach diesem Grundsatze z. B. Schrotmühlen der Bierbrauereien, Walzenmühlen zum Mehlmachen, Farbmühlen u. s. w. ein, indem man dieselben aus zwei gleich großen eisernen Zylindern bildet, die vermöge der auf ihren Achsen sitzenden und in einander eingreifenden Zahnräder in ihrer Bewegung von einander abhängig gemacht werden; dabei aber dem Rade der einen Walze um ein paar Zähne mehr gibt, als dem der andern.

Auf die Konstruktion der Chokolademühlen mit Zylindern findet das eben Gesagte seine Anwendung. Es scheint, daß diese Art Maschine (welche in Schnelligkeit der Arbeit die Mühle mit rollenden Kegeln bei gleicher Betriebskraft bedeutend übertrifft) zuerst von Ratisseau in die Chokoladefabrikation eingeführt wurde; wenigstens nahm dieser schon i. J. 1834 ein französisches Patent, dessen Beschreibung im 35. Bande der Description des Brevets expirés p. 173, enthalten ist. Er wendete zwei neben einander liegende glatte gußeiserne Walzen von 15 Zoll Länge und 6 Zoll Durchmesser an, welche hohl waren, durch hineingeleiteten Wasserdampf erwärmt, und mit verschiedener Geschwindigkeit umgedreht wurden.

Vernaut in Paris ließ sich 1844 eine kombinirte Stoß- und Reibmaschine patentiren, die in letzterer Beziehung hierher gehört und von welcher wir in Fig. 11 (Taf. 48) eine Skizze nach Armengaud's Génie industriel (Bd. 3, S. 90) und der Description des Brevets sous la loi de 1844 (Tome 2, p. 82) mittheilen. Die Zeichnung stellt einen Seitenaufriß vor. aa ist das gußeiserne Gestell; b und c sind zwei eiserne, 5 Zoll dicke und 16 Zoll lange Reibzylinder, von denen b in festen Lagern liegt, wogegen c sich verstellen läßt, um jedes Mal in die angemessenste Nähe zu b gebracht zu werden. Zu diesem Zwecke ist jedes der beiden schiebbaren Zapfenlager der Walze c mit einer Stellschraube versehen, woran ein konisches Getrieb l sich befindet; und in gleicher Höhe mit den Stellschrauben,

aber unter rechtem Winkel zu denselben, liegt eine Achse mit zwei anderen konischen Getrieben wie f, welche in jene der Schrauben eingreifen.

Die Bewegung geht von einer Welle g aus, die mittelst der Handkurbel v oder einer Riemenscheibe in Umdrehung versetzt wird, und woran sich das Zahnrad h so wie ein (in der Zeichnung nicht sichtbares) Getrieb befindet. Letzteres greift in das fünf Mal so große Stirnrad d der Walze b, welche mittelst ihres Getriebes e die Bewegung auf ein kleineres Getrieb an der Walze c, und somit auf diese selbst in der Art überträgt, daß c eine im Verhältniß 5 : 4 größere Geschwindigkeit erhält als b. Durch das schon erwähnte Rad h wird das Rad k und das hiermit an gemeinschaftlicher Achse sitzende Schwungrad j umgetrieben.

Die Vorrichtung zum Stoßen ist nun noch zu erklären. Eine gußeiserne, horizontale, 3 Zoll dicke, 15 Zoll lange Walze m, welche sich fast vor der ganzen Breite der Maschine her erstreckt, vertritt die Stelle der Stößel. Sie ist nicht bestimmt eine Drehung anzunehmen, sondern sitzt an einem von ihrer Mitte unter rechtem Winkel ausgehenden schmiedeisernen Stiele n, welcher oben mit einer zu m parallelen Achse o verbunden ist; Friktionsrollen an den Enden dieser letztern gehen in Senkrechtführungen wie pp auf und nieder und gestatten zugleich eine Drehung von o um sich selbst, wodurch die Walze m in Stand gesetzt wird, bei ihrer Bewegung der Gestalt des Mörsers zu folgen. Vermittelst eines Lenkarmes oq hängt jedes Ende der Achse o an einem Hebel qrst, welcher seinen Drehpunkt in s hat, bei t aber eine Friktionsrolle trägt. Diesen Rollen entsprechend sind auf der Welle g zwei übereinstimmend stehende Däumlinge oder exzentrische Scheiben angebracht, deren eine man bei u hinterhalb des Rades h bemerkt. Der Mörser xxx′ ist eine Art halbzylindrischen Troges von Gußeisen mit einer schräg ansteigenden hohen Hinterwand x′ und einer an Scharnieren aufzuhebenden Vorderwand y aus Eisenblech, welche als Thür dient, um die Kakaomasse einzubringen, auszunehmen und während der Arbeit zu beobachten. Die Endseiten sind durch angeschraubte Wände von starkem Eisenblech geschlossen.

Angenommen, der walzenförmige Stößel m befinde sich (wie die Zeichnung angibt) auf dem Boden des Mörsers und die Maschine werde nun durch Umdrehen der Kurbel v in Bewegung gesetzt; so

kommen nicht nur auf schon bekannte Weise die Reibzylinder b, c in Thätigkeit, sondern es drücken auch bei jedem Umgange der Welle g ein Mal die Däumlinge u die Enden t der Hebel tq nieder, wodurch q in die Höhe gehen und mittelst der Lenker oq die Achse o in den Führungen pp, folglich den Stößel m im Mörser x erheben. Die Gestalt der Däumlinge u bringt es mit sich, daß dieselben bei beendigtem Hube plötzlich die Enden der Hebel tq loslassen, also der Stößel Freiheit erhält, im Mörser herabzufallen. Beim Aufgange wie beim Niedergange schleift die Walze m auf der schrägen Hinterwand x' des Mörsers; im Augenblicke des Stoßes schiebt sie aber die unten in der trogartigen Vertiefung befindliche Masse etwas nach vorn in die Höhe, von wo während des nächsten Hubes ein Zurückfließen Statt findet, so daß beständig ein Wenden und Durcheinandermengen ohne Zuthun eines Arbeiters Statt findet. Hierin liegt ein wesentlicher Vorzug des gegenwärtigen Apparates gegenüber den Stoßvorrichtungen mit senkrecht fallenden Stößeln. Auf je 5 Stöße im Mörser erfolgt 1 Umgang der Walze b und 1¼ Umgang der Walze c. Wenn man mittelst der Zylinder b, c reiben will, ohne zugleich zu stoßen, so erhebt man den Stößel m auf seinen höchsten Punkt und erhält ihn aufgehoben durch Unterstützung der Achse o. —

In neuester Zeit hat sich vorzüglich Hermann in Paris mit Vervollkommnung der Zylinderreibmaschinen abgegeben. Beschreibung und Abbildungen der von ihm angewendeten Einrichtung findet man im I. Bande der Description des Brevets pris sous le régime de la loi de 1844, p. 311, und in Armengaud's Publication industrielle, Tome IV. p. 49. Der letztern Quelle entlehnen wir einige Ansichten, welche auf Taf. 48 in Fig. 1, 2, 3 nach kleinerem Maßstabe wiedergegeben sind.

Fig. 1 stellt einen Seitenaufriß, Fig. 2 den Grundriß, Fig. 3 einen Endaufriß vor. Die abgebildete Maschine ist eine von mittlerer Größe, deren Walzen 26 Centimeter (10 Zoll) Durchmesser und 54 Centimeter (21 Zoll) Länge haben. Sie enthält drei solche Walzen, welche aus Granit gehauen und auf durchgehenden eisernen Achsen befestigt sind. Hermann baut aber auch Exemplare mit vier und mit sechs Zylindern.

Das Gestell besteht aus zwei gleichen großen gußeisernen Rahmen, einem auf jeder langen Seite der Maschine, wie man bei

DABCD in Fig. 1 sieht; ferner vier diese Rahmen verbindenden Schmiedeisenstangen F, F, F', F'; vier gußeisernen oder von starkem Eisenblech gemachten Wänden, welche zwischen die Eckpilaster D eingesetzt sind; endlich zwei Blechböden, die man in Fig. 3 durch die punktirten Linien bei H und H angedeutet hat. Die Umkleidungswände der langen Seiten, wie GGG in Fig. 1 sind von innen gegen die Rahmstücke B, C fest angeschraubt; jene der Endseiten — E und E' in Fig 2, E' in Fig. 3 — bilden Thüren, durch welche man zum Innern des Kastens gelangt, um auf die Böden HH einige Kohlenbecken zu setzen, worin man mit ganz kleinen Holzkohlen ein (zur Erwärmung der Reibzylinder dienendes) schwaches Feuer unterhält.

Die granitenen Reibwalzen A^1, A^2, A^3 haben eiserne (im Innern der Zylinder etwas dickere und achtkantige) Achsen, welche auf die aus den Figuren ersichtliche Weise auf dem Gestelle gelagert sind. Die Lagerböcke der Mittelwalze A^2 stehen, jeder durch drei Druckschrauben bei x (Fig. 1) befestigt, unbeweglich; jene der andern beiden Walzen sind aber in Schlitzen der Gestellbahnen AA schiebbar und werden erst dann mittelst ihrer Schrauben y festgehalten, wenn den Zylindern A^1, A^3 die gerade erforderliche Lage gegen den Zylinder A^2 gegeben ist. Diese Adjustirung muß auf das Allergenaueste geschehen, und es dient hierzu folgender Mechanismus. An jedem Ende der Maschine befindet sich eine horizontale schmiedeiserne Achse f, mittelst einer Kurbel e umzudrehen und mit zwei Schrauben ohne Ende d versehen, welche in dazu gehörige Räder c eingreifen. Letztere stecken auf Spindeln a, welche in den Lagerböcken der Walzen A^1 und A^3 sich aus- und einschrauben können, in den festen Docken b aber nur eine Drehung um sich selbst haben, ohne ihren Ort zu verlassen. Die Folge dieser Anordnung ist, daß beim Umdrehen einer der Kurbeln e der betreffende Reibzylinder A^1 oder A^3 dem Mittelzylinder A^2 genähert oder davon entfernt wird, unter steter Beibehaltung der parallelen Lage.

Die Maschine wird mittelst der Riemenscheibe L (wozu die lose Scheibe L' gehört) und deren Welle Q in Betrieb gesetzt. Es trägt nämlich zunächst diese Welle ein Getrieb K, welches in das große Stirnrad J an der Achse der Mittelwalze A^2 greift. Letztere treibt ferner mittelst Getrieb O und Rad P die Walze A^1, sowie mittelst Rad M und Getrieb N die Walze A^3. Hieraus folgt nun die in Fig. 1 durch Pfeile angezeigte entgegengesetzte Bewegungsrichtung der

mittlern Walze im Vergleiche mit den beiden äußeren, und die sehr ungleiche Umfangsgeschwindigkeit. Die Zähnezahlen der Räder und Getriebe, welche auf den letztern Umstand Einfluß haben, sind:

$$M = 42 \qquad N = 12$$
$$O = 20 \qquad P = 35.$$

Auf je 1 Umgang des Mittelzylinders A^2 macht folglich A^1 nur $\frac{20}{35}$ oder $^4/_7$ Umgang, A^3 dagegen $\frac{42}{12}$ oder $3^1/_2$ Umgänge. Setzt man die Umfangsgeschwindigkeit der ersten Walze $A^1 = 1$, so folgt jene von $A^2 = 1^3/_4$ und von $A^3 = 6^1/_8$. Die Welle Q läßt man 54 bis 60 Umgänge in 1 Minute machen; hieraus folgen, weil J fünf Mal so viel Zähne enthält als K, für die Mittelwalze 10,8 bis 12, oder durchschnittlich etwa 11,2; danach für A^1 6,4 undfür A^3 39,2 Umgänge.

Die Einführung der zu zerreibenden Masse geschieht von oben zwischen den Zylindern A^1 und A^2; vermöge ihrer teigartigen Beschaffenheit bleibt sie an diesen Zylindern hängen und wird von dem schneller gehenden A^2 fortgeführt, sogleich zwischen A^2 und A^3 noch ferner zerrieben, endlich von der Außenseite des letztern mittelst eines stählernen Streichmessers abgenommen, in einem untergesetzten Becken aufgefangen. Das Streichmesser sieht man bei g in Fig. 1 angezeigt, deutlicher bei gg in Fig. 2. Es ist auf einer dünnen Welle angebracht, welche sich zwischen zwei Spitzenschrauben i, i drehen kann und von der unter rechtem Winkel zwei Arme h, h ausgehen; Stellschrauben bei l, l wirken dergestalt auf diese Arme, daß letztere mit sehr feiner Bewegung gehoben und gesenkt werden können, wodurch das Anliegen des Messers an der Walze A^3 auf das Genaueste zu regeln ist. Zum Aufgeben der Kakao- oder Chokolademasse befindet sich über den Zylindern A^1 und A^2 ein Rumpf oder trichterartiger hölzerner Kasten R, dessen unteres Ende genau der konvexen Gestalt der Zylinder angepaßt sein und dieselben berühren muß. Um dieser Bedingung auch bei eintretender Abnutzung noch genügen zu können, ist auf jeder der betreffenden zwei Rumpfwände inwendig ein zwischen Leisten schiebbares Brett angebracht, welches unten nach der mit zwei Hohlbögen zugespitzten Gestalt ausgearbeitet und durch Schrauben im erforderlichen Grade hinabgelassen wird. Die eben erwähnten Schrauben, w in Fig. 1 und 3, gehen durch außen am Rumpfe befestigte

Muttern m und drücken auf Bolzen v, welche von den Schiebern durch Schlitze in der Rumpfwand herausragen. Der Rumpf wird von zwei senkrechten Eisenstangen n, n (Fig. 3) getragen, die man in Oehre oder Lappen o, o des Gestells (s. Fig. 2) einschraubt.

Wenn der Kakao auf die gegenwärtige Reibmaschine in dem kleinzerbrochenen Zustande gebracht wird, wie man ihn durch einen zweiten Gang über die zum Enthülsen bestimmte Maschine darstellen kann (S. 257), so genügt das einfache Einfüllen desselben in den Rumpf R nicht; man muß vielmehr alsdann über dem Rumpfe ein zweites Behältniß (einen kleinern Rumpf) anbringen, welches gleich dem Rumpfe einer Getreidemühle mit einem in zitternde Bewegung gesetzten Schuh versehen ist, um mittelst desselben den Kakao zu geringen Portionen nach und nach durch R zwischen die Walzen zu streuen. Allein schon beim zweiten Durchgange ist diese Nebenvorrichtung überflüssig; und wenn eine Vorbereitung des Kakao durch Stoßen oder durch Quetschen unter rollenden Steinen Statt gefunden hat, wird sie überhaupt nicht gebraucht. Ist der Kakao ein Paar Mal bei successive enger gestellten Zylindern durch die Reibmaschine gegangen, so vermengt man ihn mit dem erforderlichen Gewichte Zucker und vollendet die Bearbeitung, indem man die Walzen noch mehr einander nähert. Eine Maschine von der Größe der abgebildeten kann in einem Tage, je nach der vorhandenen Betriebskraft, von welcher die Geschwindigkeit der Walzen abhängt, 300 bis 800 Pfund (durchschnittlich 500 Pfund oder 250 Kilogramm) fertige Chokolademasse liefern, ein Exemplar der kleinsten Sorte, von einem Manne in Bewegung zu setzen, macht täglich wenigstens 40 Pfund (20 Kilogramm).

e) Maschinen mit gefurchtem Kegel. Die Grundeinrichtung dieser Maschinen ist mit jener der allgemein gebräuchlichen Kaffeemühlen übereinstimmend. Man kann sich einer derartigen Mühle bedienen, um die enthülseten Kakaobohnen kalt zu einem Pulver zu mahlen, welches dann sofort auf eine Reibmaschine mit rollenden Kegeln oder mit Zylindern gebracht wird (s. im Artikel Mühlen, Bd. X. des Hauptwerks, S. 206). Hermann hat jedoch eine weiter gehende Anwendung davon gemacht, indem er die arbeitenden Theile sehr vergrößert aus Granit herstellte und erwärmte, wonach sie zum Mahlen des Chokoladeteiges brauchbar werden.

Fig. 12 ist ein senkrechter Durchschnitt, Fig. 13 der Grundriß seiner 1853 in Frankreich patentirten Maschine (nach Armengaud's Génie industriel, VIII. 101). Die Bewegung wird mittelst der Riemenscheibe (losen und festen Scheibe) A A' an die liegende Welle b, von dieser durch die konischen Zahnräder C, C' an die stehende Achse d und folglich an den, hierauf mittelst seines gußeisernen Futters a und zweier Scheiben c, c befestigten, konischen granitenen Läufer B mitgetheilt. Der unbewegliche Stein oder Lieger B' ist gleichfalls aus Granit gemacht, von ringförmiger Gestalt mit einer der Form des Läufers entsprechenden konischen Oeffnung. Die einander sehr nahe stehenden Kegelflächen f (Fig. 12) sind gefurcht oder eingekerbt, wie man in Fig. 13 bei f' angedeutet sieht; die Furchen können entweder von oben bis unten gleiche Tiefe haben, oder von oben nach unten dergestalt abnehmen, daß sie sich am untersten Ende ganz verlieren. Zwischen dem Lieger B' und dessen gußeisernem Mantel DD ist ein Zwischenraum, in welchen der zur Erwärmung dienende Dampf mittelst zweier Röhren g, g' zugeführt wird. Auf dem obern Rande des Mantels D ist der gleichfalls gußeiserne Rumpf D' (nur in Fig. 12 zu sehen) fest angeschraubt, in welchen man den zu mahlenden Kakao oder Chokoladeteig einfüllt, und der zugleich mittelst eines starken gußeisernen Bügels FF das Halslager der Achse d, sowie die Lager k, k der Welle b trägt. Die Nabe des Rades C' wird durch einen Zaum oder ein Halsband n an ihrem Platze gehalten, während die Achse d in ihr auf und nieder schiebbar ist, um die genaue Stellung des Läufers gegen den Lieger zu gestatten. Ein auf der obern Scheibe c des Läufers angeschraubtes Streichmesser i veranlaßt, indem es mit dem Steine umgeht, die Kakaomasse zum Eintritt zwischen die konischen Mahlflächen; die gemahlene Masse kommt dann unten heraus, fällt in eine Rinne oo des Sokels G und gelangt von hier durch ein Rohr u in den Sammelkasten v. Bei h ist der Drehpunkt eines Hebels j, welcher die Pfanne der Steinwelle d unterstützt und an seinem entgegengesetzten Ende durch die Stange l getragen wird; letztere hat oben Schraubengewinde, wozu die Mutter sich in der auf w ruhenden Nabe des kleinen Rades K befindet: dreht man dieses mit der Hand entsprechend um, so wird der Läufer B gehoben oder herabgelassen, wie es der Feinheit des Mahlgutes entspricht.

D. Vorrichtungen zum Verdichten und Formen der Chokolade.

Nachdem der Kakao feingerieben, mit Zucker (und Gewürz) vermengt und wieder gehörig gerieben ist, kann man die Chokolade im Wesentlichen als fertig ansehen. Es muß jedoch zum Schluß die teigartige Masse durch Pressung verdichtet und von eingemengten Luftbläschen befreit, endlich in Täfelchen geformt werden.

Devinck in Paris, welcher auf die Einrichtung seiner Chokoladefabrik sehr viel Geld verwendete, hat in derselben eine äußerst sinnreich gebaute, aber ebenso zusammengesetzte Maschine aufgestellt, wodurch das Pressen, Abtheilen und Formen der Chokolade in unmittelbarer Folge und ohne Zuthun von Menschenhänden ausgeführt wird (s. Abbildung und Beschreibung: Bulletin de la Société d'Encouragement, 49. Année, 1850, p. 356, und Description des Brevets pris sous la loi de 1844, Tome VIII. p. 37). Der hohe Anschaffungspreis dieser Maschine macht dieselbe für die meisten Fabriken ungeeignet. Eine andere Maschine, von Pelletier in Paris, ist allerdings weit einfacher, aber auch beschränkter in ihren Leistungen; man findet sie beschrieben und abgebildet im 11. Bande der Description des Brevets pris sous la loi de 1844, p. 80.

Am gewöhnlichsten bedient man sich der beiden Vorrichtungen, welche wir nach Armengaud (Publication industrielle, VIII. 90, 91) auf unserer Tafel 48 dargestellt haben.

Die erste dient zum Verdichten und Abtheilen des Chokoladeteiges; s. Fig. 6 senkrechter Längendurchschnitt, Fig. 7 Querdurchschnitt. Sie besteht aus einem gußeisernen Rumpfe U, in welchen man den von der Reibmaschine kommenden Teig einfüllt, und auf dessen halbzylindrisch vertieftem Boden eine archimedische Schraube V liegt. Diese, mittelst Riemenscheibe y, Getrieb w′ und Stirnrad w etwa 45 Mal in einer Minute umgedreht, preßt den Teig in die konische Büchse X, komprimirt ihn darin und treibt ihn durch die kleine Oeffnung derselben in Gestalt einer Wurst heraus, welche sich auf den Friktionswalzen des Tisches Y fortschiebt. Ein vor der Oeffnung angebrachtes, mit Handgriff versehenes Messer z (s. vordere Ansicht Fig. 8) dient, um während des Heraustretens die Wurst in Theile von der zu einem Täfelchen erforderlichen Größe zu zerschneiden. Der ganze Apparat steht auf einem gußeisernen, an allen

Seiten geschlossenen Kasten Z, in welchen man nöthigen Falls ein Kohlenbecken setzt, um die Chokolade während der Bearbeitung warm und weich zu erhalten.

Die auf angegebene Weise erhaltenen Stücke legt man sofort in die Formen, welche auf der zweiten Vorrichtung geschüttelt werden, damit die Masse sich ausbreitet, die Formen gleichmäßig ausfüllt und eine glatte Oberfläche annimmt. Von der Schüttelmaschine zeigt Fig. 9 einen senkrechten Längendurchschnitt, Fig. 10 einen Querdurchschnitt. Auf dem hölzernen Gestelle EE ist ein mit emporstehendem Rande eingefaßtes Tischblatt F angebracht, welches man mit den dicht an einander gesetzten, aus Zinkblech verfertigten Chokoladeformen bedeckt. In jede Form legt man eins der Stücke, welche durch das Zerschneiden der Chokolademasse auf der vorstehenden Maschine gewonnen wurden; dann ertheilt man dem Tische eine schüttelnde oder vielmehr hüpfende Bewegung zu dem schon bekannten Zwecke. Um diese Bewegung hervorzubringen, dienen zwei Rädchen a mit schrägen Zähnen, welche auf der im Gestelle drehbaren und durch die Riemenscheibe c umgetriebenen Achse h festsitzen. Die Zähne der Rädchen wirken gegen die vom Tischblatte unterwärts vorspringenden Zacken e, e, heben diese vermöge der abgeschrägten Seiten, lassen sie aber sofort und plötzlich wieder fallen. Der Achse h gibt man 30 bis 33 Umgänge in einer Minute, wodurch — wenn jedes ihrer Rädchen 9 Zähne enthält — 270 bis an 300 Stöße dem Tische mitgetheilt werden. Soll die Arbeit aufhören, ohne daß die Achse h in Stillstand gebracht wird, so genügt es, das Tischblatt in dem Maße zu erheben, daß die Zacken e nicht mehr von den Zahnrädern a erreicht werden. Dies aber geschieht vermittelst einer mit Handgriff k versehenen Achse f, deren zwei Hebelarme g an ihren gabelartig geformten Enden zwei Zapfen i umfassen. Letztere befinden sich auf der innern Seite zweier hölzerner, im Gestell verschiebbarer Leisten, welche oberwärts nach Art schiefer Flächen zugerichtet sind und unter ähnliche schiefe Flächen des Tischblattes F greifen; daher bewirkt, wenn der Achse f eine kleine Drehbewegung um sich selbst ertheilt wird, die hieraus hervorgehende Verschiebung der schiefen Flächen ein Emporheben des Tischblattes.

E. Zusammenstellung und Anordnung der gesammten Maschinerie einer Chokoladefabrik.

Wir verweisen hierüber auf Armengaud's Publication industrielle,

Tome VIII., Paris 1853, S. 82, wo mit Hülfe einer Kupfertafel der Dispositionsplan einer Fabrik erläutert wird, zu deren Bewegung eine Dampfmaschine von 4 bis 6 Pferdekräften dient. —

Verfälschungen der Chokolade. Die Chokolade soll, der ursprünglichen Absicht nach, nichts weiter sein, als die zu Teig zerriebene Masse der Kakaobohnenkerne mit Zucker und etwas Gewürz (hauptsächlich Vanille) versetzt. Diesem Begriffe entspricht gegenwärtig der allergrößte Theil des Fabrikats durchaus nicht. Abgesehen von solchen Beimischungen, welche zum Zweck einer größern Nahrhaftigkeit gegeben werden und besondere Arten der Chokolade begründen (s. im Hauptwerke Bd. III. S. 478), kommen diejenigen in Betracht, welche einzig als Mittel zur Wohlfeilheit dienen. Als solches ist schon der sehr vergrößerte Zuckerzusatz anzuführen, da Zucker weniger kostet, als ein gleiches Gewicht Kakao; aber eine Menge anderer, besonders mehliger Substanzen werden häufig hinzugefügt. Nachdem der Gebrauch der Chokolade sich bis in die unbemittelten Volksklassen verbreitet hat, werden Sorten derselben für so niedrigen Preis verlangt, daß eine Darstellung aus reinem Kakao zur Unmöglichkeit gehört. Es wäre ungerecht, in diesem Falle von Verfälschung zu sprechen; im eigentlichen Sinne verfälscht kann die Chokolade nur dann genannt werden, wenn die fremdartigen Zusätze in einem Mißverhältnisse zum Verkaufspreise stehen, also nur aus Gewinnsucht beigemischt werden. Als Substanzen, welche in der einen oder der andern Absicht der Chokolade einverleibt werden, nennt man: Getreidemehl, Bohnen-, Erbsen- und Linsenmehl, Maismehl, Stärke, Dextrin (Stärkegummi), geröstete Eicheln, gepulverte Kastanien, Wallnüsse, Haselnüsse, Mandeln, Erdmandeln ꝛc. Auch kommt es vor, daß die Kakaobutter durch Auspressen des Kakao abgesondert und an Parfümeriefabriken zur Bereitung der Pommaden verkauft wird, wogegen man dem Teige in entsprechender Menge ein wohlfeileres Fett (Olivenöl, Butter oder Talg) zusetzt.

Die Untersuchung der Chokolade auf Art und Menge fremder Beimischungen ist nicht leicht mit einiger Sicherheit zu bewerkstelligen; das Aussehen der Bruchflächen gewährt wenig oder keine Anhaltpunkte. Ein feiner Geschmack darf wohl als das beste Reagens angesehen werden; wo dieser fehlt, stiften die Zusätze meist nur geringen Schaden, da sie wenigstens der Gesundheit nicht nachtheilig sind. Die

häufigste Verfälschung, nämlich jene mit Stärke oder Mehl, äußert sich durch das kleisterartige Dickwerden der Chokolade beim Kochen; kann übrigens am besten entdeckt werden, indem man 1 Theil Chokolade etwa 10 Minuten lang mit 50 Theilen Wasser kocht, die Flüssigkeit kochend filtrirt und dann mit Jodtinktur prüft. Das in der Chokolade natürlich enthaltene Stärkmehl der Kakaobohnen gibt nur eine bräunlichgelbe Farbe; war die Chokolade aber mit Stärkmehl versetzt, so erhält man eine mehr oder minder dunkle blaue Färbung. Ist Dextrin ohne Stärkmehl vorhanden, so bringt bei demselben Verfahren die Jodtinktur eine kastanienbraune Farbe hervor.

K. Karmarsch.

Chrom.

(Bd. III. S. 479.)

Das Chrom bildet mit Sauerstoff folgende selbständige Oxydationsstufen: 1) Chromoxydul CrO, 2) Chromoxyd Cr_2O_3, 3) Chromsäure CrO_3 und 4) Ueberchromsäure Cr_2O_7. Von diesen verbinden sich einige unter einander, wodurch Chromoxydoxydul $(Cr_2O_3, CrO) = C_3O_4$ und chromsaures Chromoxydul (CrO_3, CrO) $= Cr_2O_4$ oder durch Halbirung der Formel CrO_2 entstehen. Die letzte Verbindung wird von manchen Chemikern für ein Superoxyd angesehen; früher führte man sie bisweilen (s. Bd. III. S. 480) als Chromoxyd auf und nannte dann das unter 2) angegebene Sesquioxyd Chromoxydul.

Chromoxydul ist wegen seiner eminenten Verwandtschaft zum Sauerstoff nur im Entstehungsmomente und als Hydrat von dunkelbrauner Farbe bekannt. Man erhält es durch Fällung einer Auflösung von Chromchlorür (s. S. 281) mit Aetzkali. Der hierbei entstehende Niederschlag verwandelt sich jedoch sofort unter Wasserstoffentwickelung in Oxydoxydulhydrat, welches ebenfalls eine braune Farbe besitzt und noch so begierig ist, sich mit mehr Sauerstoff zu verbinden, daß es beim Erhitzen sein Hydratwasser zerlegt und in grünes Sesquioxyd übergeht.

Chromoxyd, auch Chromgrün genannt, durch seine Anwendung als Malerfarbe und Schmelzfarbe besonders wichtig, besitzt eine laubgrüne Farbe und ist als Hydrat blaugrau. Diese Farben sind jedoch nach dem zur Darstellung angewandten Verfahren mehr oder

weniger angenehm nuancirt und darum nicht alle Verfahrungsarten gleich brauchbar. Aus den natürlich vorkommenden Chromerzen erhält man stets zuerst Chromsäure, so daß das Oxyd stets durch Reduktion aus dieser gewonnen werden muß. Als Reduktionsmittel können hierbei dienen organische Stoffe der verschiedensten Art, insbesondere werden benutzt Melasse oder Alkohol; ferner Schwefel, Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, sowie Schwefelkalium, schwefligsaure und unterschwefligsaure Salze. Zur Darstellung eines schönen Chromoxydhydrates eignet sich die Bd. III. S. 489 nach Frick angegebene Vorschrift sehr gut; um schönes wasserfreies Oxyd zu erhalten, glüht man entweder reine Chromsäure oder chromsaures Quecksilberoxydul, wobei die Chromsäure die Hälfte ihres Sauerstoffs verliert, oder, was am billigsten ist, man glüht nach Wittstein ein Gemenge von 19 Theilen rothen chromsauren Kalis mit 2 Theilen Schwefelblumen eine halbe Stunde lang und laugt den Rückstand mit Wasser aus. Im letztern Falle wird der Schwefel durch die Hälfte des Sauerstoffs der Chromsäure zu Schwefelsäure oxydirt, welche mit dem vorhandenen Kali neutrales Salz bildet ($2\,CrO_3, KO + S = Cr_2O_3 + SO_3KO$).

Das wasserfreie Chromoxyd besitzt, ähnlich wie Platinschwamm, die Fähigkeit, Sauerstoff auf seiner Oberfläche zu verdichten und dadurch viele oxydirbare Dämpfe und Gase kräftig zu oxydiren, es ist oxyphorisch. Insbesondere verwandelt es Alkoholdampf in Essigsäure, schweflige Säure in Schwefelsäure und ist darum der Beachtung der betreffenden Industriellen werth.

Als Schmelzfarbe läßt sich damit nicht nur, wie schon längst bekannt, ein schönes Grün, sondern auch in Vereinigung mit Eisenoxyd oder Zinkoxyd Schwarz, mit Manganoxyd oder Kupferoxyd Braun hervorbringen. Nach Gentele erhält man auf Porzellan mit 4 Eisenoxyd und 1 Chromoxyd ein wohlfeiles und ausgezeichnetes Schwarz; durch ein größeres Verhältniß von Chromoxyd wird die Farbe braun, bei weiterer Steigerung gelb, endlich grün. In diesem Verhalten liegt auch die Erklärung für das häufige Schmutzigwerden des Chromgrüns, da die Porzellanmasse nie oder nur höchst selten frei von Eisenoxyd ist.

Das Chromoxyd zeigt die Eigenthümlichkeit, daß es mit den Säuren blau- oder violettgefärbte und grüne Salze bildet, wovon die ersteren in die letzteren, wenn sie sich in Auflösung befinden, schon durch bloßes Erhitzen über 60° C. übergehen, die letzteren dagegen

in die ersteren durch Zusatz von Salpetersäure übergeführt werden können. Ein für die Färberei wichtiges Salz der violetten Modifikation ist der

Chromalaun, welcher, wie alle Alaune, in regelmäßigen Oktaëdern krystallisirt und 24 Atome Krystallwasser enthält. Die Farbe der Verbindung ist im reflektirten Lichte bläulichroth, im durchgehenden Lichte granatroth. Zur Darstellung löst man einen Theil rothes chromsaures Kali in 5 bis 6 Theilen Wasser, dem man zwei Theile englische Schwefelsäure beigemischt hat, und trägt die Lösung, um Erwärmung möglichst zu vermeiden, ganz allmählig in Weingeist ein, welcher von kaltem Wasser umgeben ist. Der Weingeist reduzirt die Chromsäure zu Chromoxyd, die Schwefelsäure verbindet sich damit und mit dem Kali, und der dadurch gebildete Chromalaun fällt zum großen Theil nieder, da er in der weingeistigen Flüssigkeit nur schwer löslich ist. Sollte durch eine eingetretene Erwärmung über 60° C. die violette Modifikation des Chromoxydsalzes in die grüne übergegangen seyn, so würde kein Chromalaun entstehen, weil das grüne schwefelsaure Chromoxyd mit dem schwefelsauren Kali sich, wie es scheint, nicht verbindet. In diesem Falle würde man mit Salpetersäure erwärmen und dann vorsichtig verdunsten müssen, was auch mit der bei regelmäßigem Gang der Arbeit sich ergebenden Mutterlauge unter Zusatz von Salpetersäure zu geschehen hat. Sehr zweckmäßig kann man auch, da das Abdampfen nicht umgangen werden kann, den Weingeist durch schweflige Säure ersetzen. Man leitet in die oben angegebene Lösung, anstatt sie in Weingeist zu gießen, schweflige Säure im Ueberschuß, läßt 12 Stunden in einem verschlossenen Gefäße stehen, wiederholt, wenn nach dieser Zeit der Geruch nach schwefliger Säure verschwunden seyn sollte, die Einleitung von schwefliger Säure, läßt wieder stehen u. s. w. und dampft endlich unter Zusatz von Salpetersäure zur Krystallisation ab.

Man bedient sich des Chromalauns in der Kattundruckerei zur Herstellung eines Perlgrau. Dazu braucht man ihn aber nicht erst krystallisirt darzustellen, sondern nimmt nach v. Kurrer's Vorschrift 4 Pfund Zuckersyrup und 4 Pfund Gummiwasser (aus 3 Theilen Gummi und 2½ Theilen Wasser), mischt dazu 4 Pfund doppeltchromsaures Kali, in 12 Pfund Wasser kochend gelöst, und 5 Pfund verdünnte Schwefelsäure (1 Theil englische Schwefelsäure mit 1½ Theilen

Wasser). Die Zeuge werden, nachdem sie bedruckt sind, durch ein Kalkmilchbad passirt.

Die Chromsäure (Bd. III. S. 481) wird am zweckmäßigsten durch Schwefelsäure aus dem doppeltchromsauren Kali abgeschieden, da sie keineswegs, wie dies früher angenommen wurde, sich dabei mit Schwefelsäure chemisch verbindet. Man verfährt nach Traube auf folgende Weise: 1 Theil doppeltchromsaures Kali wird mit 3½ Theilen englischer Schwefelsäure und 2½ Theilen Wasser erwärmt. Beim Erkalten fällt der größte Theil des Kali als doppeltschwefelsaures aus. Die von den Krystallen abgegossene Flüssigkeit vermischt man mit 4 Theilen Schwefelsäure, weil in einer viel freie Schwefelsäure enthaltenden Flüssigkeit die Chromsäure schwerlöslich ist. Aus der bis zur Krystallhaut abgedampften Flüssigkeit krystallisirt dann Chromsäure; ein großer Theil bleibt aber noch gelöst, und darum verwendet man die Mutterlauge zweckmäßig zur Zersetzung neuer Mengen von chromsaurem Kali. Der abgeschiedenen Chromsäure hängt noch schwefelsaures Kali und freie Schwefelsäure an. Um sie davon zu trennen, legt man sie auf einen Ziegelstein und so oft auf einen neuen, bis sie trocken erscheint, dann löst man sie von neuem in Wasser, setzt Schwefelsäure zu, bis Chromsäure gefällt wird, dampft bis zur Krystallhaut ab und verfährt wie vorhin. Dadurch entfernt man besser als durch bloßes Umkrystallisiren aus reinem Wasser das schwefelsaure Kali, welches in der Mutterlauge bleibt; die freie Schwefelsäure kann schließlich, wenn es nöthig erscheinen sollte, durch Auflösen in reinem Wasser und Abdampfen zur Krystallisation getrennt werden.

Mit den Basen bildet die Chromsäure neutrale, saure und basische Salze, deren Farbe vorherrschend zitronengelb, orange oder gelbroth ist. Besonders wichtig sind das neutrale und saure chromsaure Kali, das neutrale und basische chromsaure Bleioxyd, das chromsaure Zinkoxyd, das chromsaure Kupferoxyd und Kupferoxydammoniak.

Der Ausgangspunkt für die Darstellung der ebengenannten Salze, wie der Chromverbindungen überhaupt, ist das saure chromsaure Kali, welches man direkt aus dem Chromeisenstein erzeugt. Dieser, vor allen Dingen fein gemahlen, wurde früher ausschließlich durch Potasche und Salpeter, oder Salpeter allein, wie Bd. III. S. 486 beschrieben, zersetzt. In der neuern Zeit hat man dazu andere Vorschriften gegeben,

welche eine vollständigere Aufschließung, als sie das Kali bewirkt, und dadurch, daß man die Wirkung der Salpetersäure durch den Sauerstoff der Luft verrichten läßt, Ersparniß überhaupt bezwecken. Als ganz besonders wirksam zur Aufschließung und die höhere Oxydation des Chromoxyds vermittelnd, hat sich der Kalk erwiesen und darauf gegründet hat Jacquelain zwei Vorschriften gegeben. Nach der einen wird Chromeisenstein mit Kreide allein gemengt und 9 bis 10 Stunden in einem Flammofen, dünn ausgebreitet, unter öfterem Wenden, geglüht. Dadurch geht alles Chromoxyd in chromsauren Kalk über, und daß dies geschehen sey, erkennt man an der vollständigen Löslichkeit der geglühten Masse in Salzsäure. Das Röstprodukt wird fein gemahlen, mit kochendem Wasser und Schwefelsäure in geringem Ueberschusse angerührt, der entstandene Gyps von der Lösung des gebildeten doppeltchromsauren Kalkes getrennt, das mitgelöste Eisenoxyd durch Digestion mit Kreide entfernt und schließlich durch kohlensaures (oder schwefelsaures?) Kali der Kalk abgeschieden. Da das doppeltchromsaure Kali sehr leicht krystallisirt, so erhält man durch Abdampfen der Lösung leicht reine Krystalle. Die zweite Vorschrift Jacquelain's weicht von der ersten darin ab, daß der Chromeisenstein, ungemahlen, geglüht und glühend in Wasser geworfen wird, wodurch er zu Pulver zerfällt. Nur die hierbei noch bleibenden größeren Körner müssen schließlich gemahlen werden; dadurch wird an Zeit und Arbeit erspart. Sodann wird das Pulver nicht mit Kreide allein, sondern mit 44 Prozent Potasche und 90 Prozent Kreide, und zwar in ganz besonders zu diesem Zwecke eingerichteten Retorten, geglüht und endlich durch Auskochen des Glühproduktes mit Wasser neutrales chromsaures Kali erhalten, welches durch Zusatz eines halben Aequivalentes Schwefelsäure unter Bildung von einer entsprechenden Menge schwefelsauren Kalis, in saures Salz verwandelt werden muß. Dadurch kann offenbar keine Ersparniß erzielt werden und deshalb ist die erste Vorschrift, wenn man die mechanische Zertheilung des Chromeisensteins durch glühendes Ablöschen bewirkt, wohl jedenfalls vorzuziehen. Andere Vorschriften suchen die Potasche durch eine billigere Kaliverbindung oder durch Natron zu ersetzen. So schreibt Tilghman vor, den Chromeisenstein mit Kalifeldspath oder mit schwefelsaurem Kali, oder Chlorkalium und Kalk zu glühen. Nach Swindell wird derselbe mit Kochsalz unter Zutritt überhitzter Wasserdämpfe geröstet, und nach Colvert

mit Natronkalk (einem Gemenge von Aetznatron und Aetzkalk) und Natronsalpeter geglüht. In allen Fällen wird nach dem Rösten und Glühen mit Wasser ausgelaugt und durch Krystallisiren, wenn nöthig auch Umkrystallisiren, die chromsaure Verbindung von fremden Beimengungen gereinigt. Die Reindarstellung der Natronverbindung ist jedoch schwierig, weil sowohl das neutrale, als das saure chromsaure Natron sehr leicht löslich ist.

Das neutrale chromsaure Kali wird gewöhnlich aus dem sauren durch Sättigen mit kohlensaurem Kali dargestellt; im übrigen s. Bd. III. S. 482. Oekonomisch vortheilhaft ist es, mit kohlensaurem Natron zu neutralisiren, weil für die meisten Verwendungen des neutralen Salzes die Gegenwart des Natrons in der Verbindung nicht störend ist.

Das basische chromsaure Bleioxyd, Chromroth (Bd. III. S. 492) besitzt, auf trocknem Wege dargestellt, eine zinnoberrothe Farbe und wird deshalb auch Chromzinnober genannt. Man erhält es dadurch, daß man in schmelzenden Salpeter so lange neutrales chromsaures Bleioxyd (Bd. III. S. 491) einträgt, als noch ein Aufschäumen Statt findet. Das Kali des schmelzenden Salpeters entzieht dem neutralen Salze ein Atom Chromsäure, es bildet sich neutrales chromsaures Kali und basisches chromsaures Bleioxyd: $2(CrO_3\,PbO) + NO_5\,KO$ gibt $CrO_3\,KO + CrO_3\,2PbO$; die Salpetersäure, in Sauerstoff und Stickoxyd zerfallend, schützt das chromsaure Bleisalz vor einer theilweisen Reduktion.

Auf nassem Wege kann man es nach Runge wohlfeil und schön aus basischem Chlorblei und doppeltchromsaurem Kali erhalten. Man mengt zu diesem Zweck 60 Kochsalz recht innig mit 448 Bleiglätte und 500 lauwarmem Wasser. Unter starkem Aufquellen wird die Masse bald weiß und nach vier Tagen ist sie durch und durch in basisches Chlorblei verwandelt, während Aetznatron sich gleichzeitig bildet: $ClNa + 4PbO + xHO = ClPb + 3(PbO, HO) + NaO, HO$; während Aetznatron sich gleichzeitig bildet. Das Aufquellen der Glätte macht ein wiederholtes Zugießen von Wasser nöthig, weil sonst die Masse steinhart werden würde. Ohne die natronhaltige Flüssigkeit abzugießen, setzt man endlich 151 doppeltchromsaures Kali feingepulvert (bequemer wäre wohl, es zuvor in der abgegossenen Flüssigkeit warm zu lösen) zu und mengt es innig damit. Dadurch bildet sich

ein basisches chromsaures Bleioxyd von der Zusammensetzung des auf trocknem Wege bereiteten, dessen überschüssige Basis sich aber jedenfalls im Hydratzustande befindet: $PbCl, 3(PbO, HO) + 2CrO_3, KO + NaO, HO = KCl + NaO, HO + 2CrO_3, 4PbO, 2HO$.

Aus dem neutralen chromsauren Bleioxyde soll man nach Smith durch Erhitzen mit Salmiak Farben hervorbringen können, welche sowohl nach dem Grade der Erhitzung, als nach dem Verhältnisse zwischen Salmiak und chromsaurem Bleioxyd sehr verschieden sind. Ein Gemenge von 1 Salmiak und 5 chromsaurem Bleioxyd bis zum Rothglühen erhitzt, wird roth; von 10 Salmiak und 1 chromsaurem Bleioxyd, bis zum Siedepunkt des Wassers erhitzt, blau; dagegen bis zum Rothglühen, grün. Außerdem sollen aber durch weitere Abänderung der Mengenverhältnisse und Temperatur Scharlach, Orange, Braun und Purpur sich erzeugen lassen. Die Ursache dieser Farbenerscheinungen ist zwar noch nicht nachgewiesen, liegt aber wahrscheinlich in einer mehr oder weniger vollständigen Reduktion der Chromsäure durch das Ammoniak des Salmiaks und dem Auftreten der blauen und grünen Modifikation des Chromoxyds, sowie der Bildung von Chromchlorid.

Chromsaures Kupferoxyd wird in neuerer Zeit in den Druckereien anstatt des chlorsauren Kali als Oxydationsmittel bei Dampffarben, sowie als Aetzbeize und in der Woll- und Baumwollfärberei als Mordant benutzt. Es wird gewöhnlich als Lösung in den Handel gebracht und kann nach Zimmermann aus Kupfervitriol und chromsaurem Bleioxyd dargestellt werden. Die Lösung des ersteren ($CuO, SO_3, 5HO$) wird unter öfterem Umrühren längere Zeit mit chromsaurem Bleioxyd digerirt, wodurch schwefelsaures Bleioxyd und chromsaures Kupferoxyd entsteht. Die Lösung des letzteren wird vom ersteren abgegossen und durch Abdampfen konzentrirt, wobei sie eine schöne dunkelgrüne Farbe annimmt.

Chromsaures Kupferoxydammoniak erhält man aus dem vorigen, wenn man der Lösung so lange Aetzammoniak zusetzt, bis der anfänglich entstandene Niederschlag sich wieder gelöst hat; die Flüssigkeit ist gleichfalls dunkelgrün gefärbt.

Mit Chlor verbindet sich das Chrom in zwei Verhältnissen zu Chromchlorür, $Cr\underline{Cl}$, und Chromchlorid, Cr_2Cl_3. Das Chlorid kann wie das Oxyd und seine Verbindungen in einer violetten

und einer grünen Modifikation erhalten werden; das Chlorür ist weiß, löst sich in Wasser mit blauer Farbe und nimmt schnell Sauerstoff aus der Luft auf. Das wasserfreie Chlorid erhält man von violetter Farbe, wenn man Chromoxyd und Kohle, innig gemengt, zum Glühen erhitzt und einen Strom von Chlorgas darüber leitet. Durch Erhitzen dieses Chlorids in einem Wasserstoffstrome entsteht das Chlorür.

Eine technische Benutzung findet nur das grüne, wasserhaltige Chlorid. Dieses entsteht aus dem wasserfreien, wenn man es in kochendem Wasser löst (in kaltem ist es unlöslich), aber auch durch kaltes Wasser, wenn man demselben nur eine ganz geringe Menge Chromchlorür beimischt. Einfacher erhält man die Auflösung desselben, wenn man Chromoxyd in Salzsäure löst und die Lösung mit einem Ueberschusse des ersteren digerirt.

Für den Gebrauch in der Kattundruckerei zur Herstellung eines Seegrün schreibt v. Kurrer folgende Bereitungsart vor: man löse 8 Pfund doppeltchromsaures Kali in 46 Pfund Wasser und koche 9 Pfund gepulverten weißen Arsenik mit 250 Pfund Wasser 10 Minuten lang (wenn die Lösung der arsenigen Säure erfolgen soll, so setzt man das Kochen besser längere Zeit fort). Die klare filtrirte Lösung des weißen Arseniks vermischt man mit der des doppeltchromsauren Kali. Die arsenige Säure reduzirt die Chromsäure zu Chromoxyd, indem sie selbst in Arseniksäure übergeht, und es entsteht deshalb nach einiger Zeit ein Niederschlag von Oxydhydrat; die Arseniksäure verbindet sich mit dem Kali. Der Niederschlag wird abfiltrirt, ausgewaschen und, wie vorhin schon angeführt, in Salzsäure gelöst. Um jedoch die freie Säure vollständig abzustumpfen, wird schließlich die Lösung noch so lange mit Aetzlauge von Kali oder Natron versetzt, bis ein Niederschlag von Chromoxyd sich zu bilden anfängt. Die so erhaltene Lösung wird nun auf 46° Baumé eingedampft.

W. Stein.

Dampf.

(Bd. III. S. 493.)

Unter Dampf im gewöhnlichen Sinne (auch gesättigtem Dampf, Dampf im Maximum der Dichtigkeit) versteht man diejenige elastische oder luftförmige Flüssigkeit, in welche eine tropfbare Flüssigkeit durch Aufnahme von Wärme sich verwandelt hat, und

die durch die geringste Entziehung von Wärme zum Theil wieder in den tropfbaren Zustand übergeht. Von dieser Beschaffenheit ist der Dampf so lange, als er mit der Flüssigkeit, aus welcher er sich entwickelte, noch in Berührung steht. Von dieser Flüssigkeit abgeschlossen, verhält sich der Dampf bei weiterer Einwirkung der Wärme den Gasen gleich, und heißt dann überhitzter Dampf (s. im Hauptwerke, Bd. III. S. 494). Das Entstehen und Bestehen des Dampfes erklärt man durch die Annahme, daß die Moleküle der tropfbaren Flüssigkeit durch den Hinzutritt der Wärme eine Repulsivkraft bekommen, wodurch sie streben, sich von einander zu entfernen; oder falls dieser Entfernung Grenzen gesetzt werden, sich in der ein Mal erreichten Entfernung von einander zu erhalten. Es entsteht nur Dampf, wenn Raum vorhanden ist, in welchem jene Ausdehnung vor sich gehen kann; ist daher die dampferzeugende Flüssigkeit mit irgend einem Medium von bestimmter Elastizität umgeben, so kann erst dann die Dampfbildung (das Sieden) beginnen, wenn der tropfbaren Flüssigkeit so viel Wärme zugeführt worden ist, daß die Repulsivkraft der Moleküle jener Elastizität gleichkommt, weil erst dann der Dampf das umgebende Medium verdrängt. Diese Repulsivkraft nennt man den Druck, die Pressung, oder die Elastizität des Dampfes. Befindet sich der Dampf in einem geschlossenen Gefäße, so übt er seinen Druck gegen die widerstehenden Wände des Gefäßes aus, und es wird dieser Druck gemessen durch die Höhe von Quecksilber- oder Wassersäulen; oder, was das gebräuchlichere ist, durch Angabe der Atmosphären (1 Atmosphäre = $0^m,76$ = 28 Pariser Zoll = 30 Zoll engl. Quecksilberhöhe), so wie auch durch Angabe des Gewichtes, mit welchem der Dampf auf jede Flächeneinheit der Gefäßwände drückt. (1 Atmosphäre = 1,033 Kilogramm pro Quadratcentimeter, oder 15 Pfund pro Quadratzoll engl.)

Der Druck der luftförmigen Flüssigkeiten, sowohl der Dämpfe als der Gase, welche sich in verschlossenen Gefäßen befinden, wächst mit der Wärmequantität, welche ihnen zugeführt wird. Das Wachsen des Drucks ist bei Dämpfen, welche mit der erzeugenden Flüssigkeit in Berührung sind und bei Gasen, für gleiche zugeführte Wärmemengen sehr verschieden; so nimmt für eine Temperaturerhöhung von 0° bis 100° Cels. der Druck atmosphärischer Luft wie 1 : 1,3665 zu; während der Druck des Wasserdampfes bei einer gleichen Temperatur-

erhöhung, dadurch daß von neuem Wasser verdampft, von 1 auf 157 (im Mittel aus verschiedenen Beobachtungen) wächst. Während also bei gedachter Vermehrung der Wärme die Dichtigkeit oder das Gewicht der Kubikeinheit des Gases dieselbe bleibt, nimmt die des Dampfes zu; so ist Wasserdampf bei 100° C. etwa 1700 Mal leichter als ein gleiches Volumen Wasser; dagegen ist Wasserdampf von 200° C. nur etwa 144 Mal leichter als Wasser.

Wird in einem offenen Gefäße, also unter dem Druck einer Atmosphäre, Wasser von 0° dem Feuer ausgesetzt, so steigt die Temperatur des Wassers von 0° bis 100°, bevor die Dampfbildung ihren Anfang nimmt. Um die hierzu erforderliche Wärmemenge messen zu können, hat man angenommen [1], es werde zur Steigerung der Temperatur des Wassers um jeden einzelnen Thermometergrad dieselbe Wärmemenge gebraucht; und man nennt Wärmeeinheit diejenige Wärme, welche nöthig ist, die Temperatur einer Gewichtseinheit Wasser um einen Grad zu erhöhen. So verstehen die französischen Physiker unter Wärmeeinheit oder Calorie dasjenige Wärmequantum, welches 1 Kilogramm Wasser um 1° C. erwärmt. Hat das im offenen Gefäße befindliche Wasser 100° C. erreicht, so ist ein ferneres Zuführen von Wärme nicht im Stande, die Temperatur noch mehr zu steigern; es wird diese Wärme mithin lediglich zur Dampfbildung in Anspruch genommen, und der entstehende Dampf zeigt ebenfalls 100°. Es sind viele Versuche angestellt worden, um zu ermitteln, wie viel Wärme (latente oder Verdampfungswärme) dem Wasser über jene 100° (sensibele Wärme) hinaus zugeführt werden müsse, um dasselbe ganz in Dampf zu verwandeln. In der Mitte des vorigen Jahrhunderts versuchten Black und Irvine dies Wärmequantum dadurch zu bestimmen, daß sie beobachteten, um wie viel Grad die Temperatur eines Quantums Wasser von 0° dadurch stieg, daß der aus einem anderen Quantum Wasser entwickelte Dampf in jenem sich kondensirte; sie fanden die Wärme, welche lediglich zur Dampfbildung gedient hatte, 4½ Mal so groß, als die zur Erwärmung des Wassers von 0° auf 100° erforderliche; hiernach würden zur Verdampfung eines Wasserquantums von 0° eben so viel Wärmeeinheiten erfordert, wie nöthig sein würden, um, wenn keine Ver-

[1] In wiefern diese Annahme richtig sey, davon weiter unten.

dampfung Statt fände, dasselbe Quantum von 0° auf 100° + 450° zu erwärmen. Diese Zahl stellte sich bald als zu klein heraus; so fand Watt 1765 bis 1781 statt derselben 100° + 533°. Rumford und Ure fanden resp. 100° + 570° und 100° + 493°. Nach Dulong ist 100° + 543°, nach Brix 100° + 540° die richtige Zahl. Versuche von Despretz bestätigten die von Brix gefundene Zahl. In der Praxis wurde gewöhnlich die Zahl 100 + 550 gebraucht. (Für Alkohol, Aether und Terpentin fand Despretz die latente Wärme beziehungsweise = 208°, 91° und 77°.) Die großen Verschiedenheiten in den Angaben der latenten Wärme des Wasserdampfs waren in der Schwierigkeit begründet, bei den Versuchen mit zum Theil sehr mangelhaften Apparaten die durch Abkühlungen und andere Gründe entstehenden Fehler gehörig zu würdigen. Erst in neuster Zeit sind auf Veranlassung der französischen Regierung von Regnault Versuche der ausgedehntesten Art mit Apparaten, welche Fehler fast unmöglich machten, angestellt worden. Aus diesen Versuchen ergibt sich die fragliche Zahl zu 536,67, so daß also zur Verdampfung von 1 Kilogramm Wasser von 0° unter dem Drucke einer Atmosphäre 100 + 536,67 Calorien erforderlich sind.

Befindet sich über dem Spiegel des verdampfenden Wassers eine größere Pressung als die einer Atmosphäre, so tritt die Dampfentwicklung bei einer höheren Temperatur als 100° ein; es kann sich z. B. unter einer Pressung von 2 Atmosphären nur dann Dampf entwickeln, wenn die Temperatur des Wassers auf 120,6° gestiegen ist, und es besitzt der dann entstehende Dampf dieselbe Temperatur; bei 4 Atmosphären ist die sensibele Wärme 144°, bei 8 Atmosphären 170,8° u. s. w. Nach dem Watt'schen Gesetze, so wie nach Clement-Desormes ist diejenige Wärmequantität, welche zur Verdampfung eines Quantums Wasser von 0° nöthig ist, also die Summe der sensibelen und latenten Wärme eine konstante Größe, gleichviel unter welchem Druck die Verdampfung vor sich geht. Hiernach würde, wenn man die latente Wärme des Dampfs von einer Atmosphäre zu 550 annimmt, die latente Wärme des Dampfs

von 2 Atmosphären sein 550 + 100 — 120,6 = 529,4
von 4 " " " 550 + 100 — 144 = 506
von 8 " " " 550 + 100 — 170,8 = 479,2 u. s. w.

Nach diesem Gesetze nimmt die latente Wärme des gesättigten Wasser-

dampfs desto mehr ab, je höher die Temperatur oder die Pressung des Dampfs steigt, und es würde hiernach die latente Wärme für Dampf von 650° gleich Null sein.

Nach dem Gesetze von Southern ist dagegen für alle Pressungen des Wasserdampfs die latente Wärme eine konstante Größe, so daß die gesammte zur Erzeugung des Dampfs aus Wasser von 0° erforderliche Wärmequantität für verschiedene Pressungen verschieden ist. Läßt man wieder 550 als die latente Wärme des Wasserdampfs von 100° gelten, so würden hiernach die Wärmemengen zur Erzeugung von Dampf aus Wasser von 0° sich aus der Formel:

$$P\,(550 + t)$$

ergeben, worin P das Gewicht des verdampften Wassers und t die sensibele Wärme oder die Temperatur des Dampfs bezeichnet. Hiernach würde die latente Wärme für Dampf von 650° nicht gleich Null, sondern, wie auch für jede andere Temperatur, = 550 sein.

Der Grund, daß diese so überaus verschiedenen Annahmen so lange neben einander bestehen konnten, ohne entscheidende Versuche zu veranlassen, liegt hauptsächlich darin, daß es in den meisten Fällen der praktischen Anwendung ziemlich gleich bleibt, ob man sich der einen oder anderen Annahme bedient. In der Praxis kommen Dämpfe über 8 Atmosphären nicht leicht in Frage, und bei diesem Druck bekommt man das im Dampfe enthaltene Wärmequantum nur um $\frac{1}{9}$ verschieden, je nachdem man der einen oder anderen Hypothese folgt. Die entscheidenden Versuche Regnault's ergaben die Unrichtigkeit beider Hypothesen und zeigten, daß die Wahrheit ziemlich in der Mitte liegt.

Die ersten Versuche über den Zusammenhang zwischen Temperatur und Pressung des gesättigten Wasserdampfs waren sehr wenig erschöpfend, indem dieselben sich hauptsächlich auf niedrigere Pressungen beschränkten, als die der atmosphärischen Luft; es sind hier die Beobachtungen von Southern, Ure und Dalton zu nennen. Taylor's Versuche erstreckten sich freilich auch auf Pressungen von 4 bis 5 Atmosphären; über diesen Druck hinaus gab es indeß nur vereinzelte und nicht zuverlässige Angaben. Für Dämpfe unter 1 Atmosphäre sind die Bestimmungen von Gay-Lussac anzuführen, welche nachstehende Tafel enthält.

Temperatur in Graden des 100theiligen Thermometers	Pressung in Kilogrammen auf 1 □ Centimeter.	Temperatur in Graden des 100theiligen Thermometers	Pressung in Kilogrammen auf 1 □ Centimeter.	Temperatur in Graden des 100theiligen Thermometers.	Pressung in Kilogrammen auf 1 □ Centimeter.
— 20°	0,0018	31°	0,0440	66°	0,25986
— 15	0,0026	32	0,0465	67	0,27196
— 10	0,0036	33	0,0492	68	0,28456
— 5	0,0050	34	0,0520	69	0,29761
0	0,0069	35	0,0549	70	0,31121
+ 1	0,0074	36	0,0581	71	0,32532
2	0,0078	37	0,0612	72	0,33996
3	0,0084	38	0,0646	73	0,35518
4	0,0089	39	0,0681	74	0,37094
5	0,0094	40	0,0720	75	0,39632
6	0,0101	41	0,0758	76	0,40428
7	0,0107	42	0,0799	77	0,42184
8	0,0114	43	0,08418	78	0,44004
9	0,0122	44	0,08916	79	0,45888
10	0,0129	45	0,09340	80	0,47834
11	0,0137	46	0,09835	81	0,49860
12	0,0146	47	0,10353	82	0,51950
13	0,0155	48	0,10900	83	0,54110
14	0,0165	49	0,11662	84	0,56345
15	0,0170	50	0,12056	85	0,58632
16	0,0186	51	0,12676	86	0,61036
17	0,0197	52	0,13325	87	0,63498
18	0,0209	53	0,13999	88	0,66040
19	0,0222	54	0,14710	89	0,68661
20	0,0235	55	0,15449	90	0,71364
21	0,0250	56	0,16220	91	0,74152
22	0,0265	57	0,17035	92	0,77026
23	0,0281	58	0,17866	93	0,79986
24	0,0297	59	0,18736	94	0,83035
25	0,0314	60	0,19653	95	0,86172
26	0,0334	61	0,20610	96	0,89402
27	0,0353	62	0,21586	97	0,92736
28	0,0374	63	0,22639	98	0,96138
29	0,0396	64	0,23758	99	0,99448
30	0,0418	65	0,24823	100	1,03253

Im Jahre 1818 wurden von Arzberger die ersten werthvollen Versuche über die Temperatur und Dichtigkeit der Wasserdämpfe bei

höheren Pressungen angestellt, welche sich bis über 20 Atmosphären erstreckten (s. Bd. III unsers Hauptwerkes, S. 496). Sind die Beobachtungen der Pressung durch ein Ventil an sich nicht im Stande, auf große Genauigkeit Anspruch zu machen, so war auch der Umstand, daß das Thermometer der zusammendrückenden Kraft des Dampfs ausgesetzt wurde, ein Grund, die Zuverlässigkeit der Resultate zu beeinträchtigen; in der That zeigen sich die von Arzberger gefundenen Temperaturen zu hoch.

Einige Jahre später, 1823, erhielt die Akademie der Wissenschaften zu Paris von der französischen Regierung den Auftrag, großartige Versuche über den Zusammenhang zwischen Temperatur und Pressung bei hochgespannten Wasserdämpfen anzustellen [1]. Sie setzte behuf der Erledigung des Auftrages eine Kommission nieder, in der sich Arago und Dulong befanden, welche die Ausführung der Versuche übernahmen. Da möglichst genaue Resultate erreicht werden sollten, so beschloß man anfangs, die Pressungen des in einem besonders stark konstruirten Kessel erzeugten Dampfs direkt durch eine Quecksilbersäule zu messen, und es wurde zu dem Ende ein circa 25 Meter hohes Rohr in einem Thurme der alten Kirche St. Geneviève zu Paris aufgestellt, welches, um an allen Stellen ablesen zu können, ganz aus einzelnen mit einander entsprechend verbundenen Glasröhren bestand. Man gab es indeß wieder auf, den Dampfdruck direkt durch die Quecksilbersäule zu bestimmen, weil man befürchtete, bei plötzlicher Verringerung der Dampfspannung würde der in dem Rohre entstehende hydraulische Widder das Glasrohr in den unteren Theilen zertrümmern; man konstruirte vielmehr in Verbindung mit dem Quecksilbergefäße des großen oben offenen Rohres, ein oben geschlossenes Luftmanometer, welches, um die darin befindliche Luft stets auf demselben Temperaturgrade zu erhalten, von einer weiteren Glashülle umgeben war, durch die sich ein möglichst auf gleicher Temperatur erhaltener Wasserstrom bewegte, dessen Temperatur durch ein

[1] Fast gleichzeitig wurden von einer Kommission in den vereinigten Staaten Nordamerika's ähnliche Versuche angestellt, welche indeß nur bis zu 10 Atm. reichten, und deren Resultate von denen der französischen Kommission nicht unbedeutend abwichen. Den Grund zu diesen Verschiedenheiten findet Regnault darin, daß Quecksilberthermometer weit über den Siedepunkt hinaus die Temperatur verschieden angeben.

besonderes Korrektionsthermometer angezeigt wurde. Mit Hülfe einer Druckpumpe wurde dann Spannung in das Quecksilbergefäß gebracht, wodurch gleichzeitig das Quecksilber in dem offenen Rohre steigen und in dem Manometerrohre die Luft zusammenpressen mußte. In geeigneter Weise wurde so das geschlossene Manometerrohr für die verschiedenen Druckhöhen im offenen Rohre richtig graduirt, und zwar bis zu 27 Atmosphären. Bei dieser Gelegenheit bestätigte sich bis zu 27 Atmosphären die Richtigkeit des Mariotteschen Gesetzes für atmosphärische Luft, wonach die Pressungen eines Gases, bei gleichbleibender Temperatur sich genau umgekehrt verhalten, wie die Räume, welche es einnimmt. Die Abweichungen der beobachteten Luftvolumina von den nach dem genannten Gesetze berechneten betrugen bei den Versuchen von Arago und Dulong nicht über $^1/_{100}$, und es war in der Größe der Abweichungen keinerlei Regelmäßigkeit zu erkennen.[1]

Die Versuche mit Wasserdampf wurden nun in der Weise angestellt, daß man den Dampfdruck statt der Druckpumpe auf das in dem Gefäße befindliche Quecksilber wirken ließ, und an dem graduirten geschlossenen Manometerrohre die Pressungen, dagegen an zwei im Kessel befindlichen Quecksilberthermometern die zugehörigen Temperaturgrade ablas. Diese Thermometer befanden sich in mit Quecksilber gefüllten Flintenläufen, von denen der eine bis in's Wasser des Kessels tauchte, während der andere nur von Dampf umgeben war. Die Thermometerskalen waren außen sichtbar, und es konnte der Dampfdruck keine Zusammendrückung der Thermometerwände veranlassen. Die aus den Flintenläufen hervorragenden Stiele der Thermometer waren horizontal gebogen und von fließendem Wasser umgeben, dessen Temperatur der Korrektion wegen wieder durch besondere Thermometer beobachtet wurde. Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß das Steigen und Fallen des Quecksilberspiegels in dem Gefäße des Manometers besonders beobachtet wurde. Die an den beiden Thermometern beobachteten Temperaturen waren so wenig von einander abweichend, daß die Experimentatoren zu der Ueberzeugung gelangten, es sei die Temperatur des Wassers im Kessel stets mit der des Dampfes übereinstimmend.

[1] Nach den späteren Versuchen von Regnault ist das Mariotte'sche Gesetz weder für atmosphärische Luft, noch für andere Gase vollkommen richtig.

Aus 30 der besten Versuche innerhalb der Grenzen von 2 bis 24 Atmosphären wurde folgende Relation abgeleitet:

$$e = (1 + 0{,}7153\ t)^5,$$

worin e die Dampfspannung in Atmosphären von 0,^{m}76 Quecksilber und t die Temperatur des Dampfs von 100° Cels. an gerechnet bedeutet, so daß für Dampf unter 100° t negativ wird; 100° sind dabei als Einheit genommen, und würde sonach Dampf von 190° eine Pressung haben

$$e = (1 + 0{,}7153\ .\ 0{,}9)^5$$

Diese Formel diente dazu, eine Tabelle zu berechnen, welche die Pressung und Temperatur des Wasserdampfs von 1 bis 50 Atmosphären enthielt;[1] es ist jedoch dabei zu bemerken, daß zur Berechnung der Tabelle von 1—4 Atmosphären die Tredgold'sche Formel, welche an dieser Stelle besser mit den Beobachtungen stimmte, gebraucht wurde.

Nachstehende Formeln zur Bestimmung der Temperatur des gesättigten Wasserdampfs aus der Pressung, oder umgekehrt, sind zum praktischen Gebrauch zu empfehlen. Der Druck p ist darin in Kilogrammen pro Quadratcentimeter und die Temperatur t in Centesimalgraden von 0° an gerechnet ausgedrückt.

1) Formel von Southern für Dämpfe unter 100°:

$$p = 0{,}0034542 + \left(\frac{46{,}278 + t}{145{,}360}\right)^{5,13}$$

$$t = 145{,}36 \sqrt[5,13]{p - 0{,}0034542} - 46{,}278$$

2) Formel von Tredgold, modifizirt von Mellet, für Spannungen von 1 bis 4 Atmosphären:

$$p = \left(\frac{75 + t}{174}\right)^6$$

$$t = 174 \sqrt[6]{p} - 75$$

3) Formel von de Pambour für dieselben Spannungen:

$$p = \left(\frac{72{,}67 + t}{171{,}72}\right)^6$$

$$t = 171{,}72 \sqrt[6]{p} - 72{,}67$$

[1] Diese Tabelle findet sich im III. Bande unseres Hauptwerkes, S. 505.

4) Die Formel von Arago und Dulong für 4 bis 50 Atmosphären, in bequemerer Gestalt:

$$p = (0{,}28658 + 0{,}0072003\ t)^5$$

$$t = 138{,}883 \sqrt[5]{p} - 39{,}802$$

Man ersieht hieraus, daß man sich für Dämpfe von sehr verschiedenen Pressungen nicht derselben Formel bedienen darf. Die bis zum äußersten Grade der Genauigkeit getriebenen Versuche von Regnault und von Magnus, welche gleichzeitig 1844 veröffentlicht wurden, lassen ihrer Uebereinstimmung wegen zwar nichts zu wünschen übrig; indeß führten auch sie nicht zur Auffindung einer Formel, wodurch das Naturgesetz für alle auch weit über die Grenze der Beobachtung hinaus gehenden Pressungen dargestellt würde. Regnault gibt sogar für die Reihe seiner Beobachtungen drei verschiedene Formeln an.

Der Grund, welchen Regnault für die Nothwendigkeit seiner Versuche anführt, ist der, daß die Physiker sich bisher bei den Beobachtungen gewöhnlicher Quecksilberthermometer bedient hatten, deren Skalen nach Festlegung des Nullpunktes durch schmelzendes Eis und des Siedpunktes durch kochendes Wasser bei einem Barometerstande von 760^{mm} graduirt waren. Regnault findet durch die zahlreichsten Versuche, daß weder Quecksilber noch Glas die Eigenschaft besitzen, sich für gleiche Temperaturintervalle an verschiedenen Stellen der Skale gleichmäßig auszudehnen, und daß es, abgesehen hiervon, kaum möglich ist, zwei Quecksilberthermometer so anzufertigen, daß sie über 100° hinaus vollkommen übereinstimmend gehen. Er bediente sich daher bei höheren Temperaturen der Luftthermometer; denn da die Luft sich 160 Mal mehr als Glas ausdehnt, während Quecksilber sich nur 7 Mal mehr ausdehnt, so leuchtet ein, daß die Fehler, welche in der verschiedenen Ausdehnung des Glases liegen, bei Anwendung von Luft bedeutend verringert werden. Außerdem wurde bei den Regnault'schen Versuchen nichts versäumt, denselben die äußerste Genauigkeit zu sichern; jeder fragliche Punkt bei Konstruktion und Wahl der Apparate wurde durch die sorgfältigsten Voruntersuchungen entschieden.

Pressungen des Wasserdampfs von — 32° bis + 100° nach Regnault.

Temperatur in Centigraden.	Pressungen in Quecksilbersäulen.	Pressungen in Kilogrammen pro □ Centimeter.	Temperatur in Centigraden.	Pressungen in Quecksilbersäulen.	Pressungen in Kilogrammen pro □ Centimeter.
— 32°	0,310 mm.	0,0004 kil.	+ 1°	4,940 mm.	
— 31	0,336		2	5,302	
— 30	0,365	0,0005	3	5,687	
— 29	0,397		4	6,097	
— 28	0,431		5	6,534	
— 27	0,468		6	6,998	
— 26	0,509		7	7,492	
— 25	0,553		8	8,017	
— 24	0,602		9	8,574	
— 23	0,654		10	9,165	0,0125 kil.
— 22	0,711		11	9,792	
— 21	0,774		12	10,457	
— 20	0,841	0,0011	13	11,162	
— 19	0,916		14	11,908	
— 18	0,996		15	12,699	
— 17	1,084		16	13,536	
— 16	1,179		17	14,421	
— 15	1,284		18	15,357	
— 14	1,398		19	16,346	
— 13	1,521		20	17,391	0,0233
— 12	1,656		21	18,495	
— 11	1,803		22	19,659	
— 10	1,963	0,0027	23	20,888	
— 9	2,137		24	22,184	
— 8	2,327		25	23,550	
— 7	2,533		26	24,988	
— 6	2,758		27	26,505	
— 5	3,004		28	28,101	
— 4	3,271		29	29,782	
— 3	3,553		30	31,548	0,0429
— 2	3,879		31	33,406	
— 1	4,224		32	35,359	
0	4,600	0,0062	33	37,411	

Temperatur in Centigraden.	Pressungen in Quecksilbersäulen.	Pressungen in Kilogrammen pro □ Centimeter.	Temperatur in Centigraden.	Pressungen in Quecksilbersäulen.	Pressungen in Kilogrammen pro □ Centimeter.
34°	39,565 mm		68°	213,596 mm	
35	41,827		69	223,165	
36	44,201		70	233,093	0,3167 kil.
37	46,691		71	243,393	
38	49,302		72	254,073	
39	52,039		73	265,147	
40	54,906	0,0746 kil.	74	276,624	
41	57,910		75	288,517	
42	61,055		76	300,838	
43	64,346		77	313,600	
44	67,790		78	326,811	
45	71,391		79	340,488	
46	75,158		80	354,643	0,4818
47	79,093		81	369,287	
48	83,204		82	384,435	
49	87,499		83	400,101	
50	91,982	0,1250	84	416,298	
51	96,661		85	433,041	
52	101,543		86	450,341	
53	106,636		87	468,221	
54	111,945		88	486,687	
55	117,478		89	505,759	
56	123,244		90	525,450	0,7138
57	129,251		91	545,778	
58	135,505		92	566,757	
59	142,015		93	588,406	
60	148,791	0,2021	94	610,740	
61	155,839		95	633,778	
62	163,170		96	657,535	
63	170,791		97	682,029	
64	178,714		98	707,280	
65	186,945		99	733,305	
66	195,496		100	760,000	1,0325
67	204,376				

Pressungen des Wasserdampfs von 100 bis 230° nach Regnault.

Temperatur.	Pressung in Quecksilbersäulen.	Temperatur.	Pressung in Quecksilbersäulen.	Temperatur.	Pressung in Quecksilbersäulen.
100°	760,00 mm	144°	3040,26 mm	188°	9036,68 mm
101	787,59	145	3125,55	189	9237,95
102	816,01	146	3212,74	190	9442,70
103	845,28	147	3301,87	191	9650,93
104	875,41	148	3392,98	192	9862,71
105	906,41	149	3486,09	193	10078,04
106	938,31	150	3581,23	194	10297,01
107	971,14	151	3678,43	195	10519,63
108	1004,91	152	3777,74	196	10745,95
109	1039,65	153	3879,18	197	10975,00
110	1075,37	154	3982,77	198	11209,82
111	1112,09	155	4088,56	199	11447,46
112	1149,83	156	4196,59	200	11688,96
113	1188,61	157	4306,88	201	11934,37
114	1228,47	158	4419,45	202	12183,69
115	1269,41	159	4534,36	203	12437,00
116	1311,47	160	4651,62	204	12694,30
117	1354,66	161	4771,28	205	12955,66
118	1399,02	162	4893,36	206	13221,12
119	1444,55	163	5017,91	207	13490,75
120	1491,28	164	5144,97	208	13764,53
121	1539,25	165	5274,54	209	14042,52
122	1588,47	166	5406,69	210	14324,80
123	1638,96	167	5541,43	211	14611,32
124	1690,76	168	5678,82	212	14902,22
125	1743,88	169	5818,90	213	15197,48
126	1798,35	170	5961,66	214	15497,17
127	1854,20	171	6107,19	215	15801,33
128	1911,47	172	6255,48	216	16109,44
129	1970,15	173	6406,60	217	16423,15
130	2030,28	174	6560,55	218	16740,90
131	2091,94	175	6717,43	219	17063,29
132	2155,03	176	6877,22	220	17390,36
133	2219,69	177	7039,97	221	17722,13
134	2285,92	178	7205,72	222	18058,64
135	2353,73	179	7374,52	223	18399,94
136	2423,16	180	7546,39	224	18746,07
137	2494,23	181	7721,37	225	19097,04
138	2567,00	182	7899,52	226	19452,92
139	2641,44	183	8080,84	227	19813,76
140	2717,63	184	8265,40	228	20179,61
141	2795,57	185	8453,23	229	20550,48
142	2875,30	186	8644,35	230	20926,40
143	2956,86	187	8838,82		

Zur Berechnung dieser Tafeln wurden drei verschiedene Formeln benutzt, welche, wenn die durch die Versuche ermittelten Konstanten eingeführt werden, folgende Gestalt annehmen:

Für Temperaturen unter 0° ist die Pressung, durch Millimeter in Quecksilbersäulen ausgedrückt, wenn t die Temperatur in Centesimalgraden bedeutet:

$$F = 0{,}0131765 + 0{,}29682 \,.\, 1{,}0893^{t + 32}$$

Für Temperaturen zwischen 0° und 100° ist

$$\log F = 4{,}738438 + 0{,}013616 \,.\, 1{,}0159329^{t} - 4{,}0878 \,.\, 0{,}992487^{t}$$

Für Temperaturen über 100° ist

$$\log F = 5{,}826789 - 2{,}945976 \,.\, 0{,}994865^{t - 100}$$

Die Versuche für Dämpfe unter 0° und über 0° bis zu 60° C. wurden mit einem Apparate, ähnlich dem bereits früher (von Dalton und m. A.) benutzten, angestellt, welcher im Wesentlichen aus zwei Barometern bestand, die in ein und dasselbe Quecksilbergefäß tauchten, und von denen das eine oben luftleer war, das andere aber in dem luftleeren Raume, oder vielmehr in einem mit diesem Raume in Verbindung gebrachten luftleeren Ballon etwas Wasser enthielt. Die oberen Theile beider Barometer, der Ballon, sowie die Thermometer, befanden sich gemeinschaftlich in einem Behälter eingeschlossen, der bei den Versuchen über 0° mit Wasser, bei denen unter 0° mit nicht gefrierenden Flüssigkeiten angefüllt war, so daß die Pressung des unter der Temperatur jener umgebenden Flüssigkeiten (welche in steter Bewegung erhalten wurden) in dem Ballon gebildeten Dampfs durch die Differenz beider Quecksilbersäulen gemessen wurde.

Die Schwierigkeit, bei höheren Temperaturen in dem Wasser des Behälters die Trennung der wärmeren Schichten von den kälteren durch Bewegung zu verhindern, veranlaßte Regnault, für diese Temperaturen einen andern Apparat zur Anwendung zu bringen.

Der Apparat sollte ähnlich dem von Arago und Dulong angewandten sein; die Befürchtung aber, es werde bei den zur Beobachtung nöthigen Zu- und Abnahmen der Pressung im Kessel der entsprechende Temperaturwechsel sich nicht rasch genug den Thermometern mittheilen, brachte Regnault auf die Idee, den Kessel mit einem verhältnißmäßig großen verschlossenen Raume in Verbindung zu bringen, in welchem man mit Hülfe von Luftpumpen jeden beliebigen Luftdruck längere Zeit erhalten konnte. Das Wasser im Kessel kochte dann

gleichsam unter dem Druck einer künstlichen Atmosphäre. Die Verbindung des Dampfraums des Kessels mit dieser höher gelegenen künstlichen Atmosphäre war durch ein Rohr hergestellt, welches äußerlich durch kaltes Wasser gekühlt wurde, so daß das kondensirte Wasser stets wieder in den Kessel zurückfloß. Die Pressung dieser künstlichen Atmosphäre, oder was dasselbe ist, die des Dampfes im Kessel, wurde durch eine entsprechend hohe offene Quecksilbersäule direkt gemessen. Durch diese sinnreiche Anordnung wurde es möglich, das Wasser stundenlang im Kessel unter gleichbleibendem Druck sieden zu lassen, so daß jeder Fehler, welcher aus der langsamen Mittheilung der Wärme an die im Kessel befindlichen Thermometer, namentlich an die zur Anwendung gebrachten Luftthermometer, wegfallen mußte.

Wie bereits oben bei Gelegenheit des Watt'schen und des Southern'schen Gesetzes über die latente Wärme des Wasserdampfs bemerkt wurde, fand Regnault die latente Wärme für Dampf von einer Atmosphäre zu 536,67 Wärmeeinheiten, so daß also zur Verdampfung von 1 Kilogramm Wasser von 0° unter dem Druck von 1 Atm. 100 + 536,67 Wärmeeinheiten nöthig sind; oder was dasselbe sagt, daß in 1 Kil. Dampf von 100° jene Wärmequantität enthalten ist. Für den Zusammenhang zwischen der totalen, im Wasserdampf enthaltenen Wärme und der Temperatur dieses Dampfs gibt Regnault aus seinen Versuchen die Formel:

$$\lambda = 606{,}5 + 0{,}305\ T,$$

worin λ die totale Wärme, T die Temperatur bezeichnet, und welche zwischen + 10° und + 63° sehr genau mit den direkten Versuchen übereinstimmt; bei anderen Temperaturen aber nur Abweichungen ergibt, die die wahrscheinlichen Beobachtungsfehler nicht übersteigen. Nach dieser Formel ist folgende Tabelle für die totale Wärme des gesättigten Wasserdampfs berechnet.

Temperatur des Dampfs.	Pressung in Quecksilbersäulen.	Pressung in Atmosphären.	Totale Wärme.
0°	4,60 mm	0,006 atm.	606,5
10	9,16	0,012	609,5
20	17,39	0,023	612,6
30	31,55	0,042	615,7
40	54,91	0,072	618,7
50	91,98	0,121	621,7
60	148,79	0,196	624,8
70	233,09	0,306	627,8
80	354,64	0,466	630,9
90	525,45	0,691	633,9
100	760,00	1,000	637,0
110	1075,37	1,415	640,0
120	1491,28	1,962	643,1
130	2030,28	2,671	646,1
140	2717,63	3,576	649,2
150	3581,23	4,712	652,2
160	4651,62	6,120	655,3
170	5961,66	7,844	658,3
180	7546,39	9,929	661,4
190	9442,70	12,425	664,4
200	11688,96	15,380	667,5
210	14324,80	18,848	670,5
220	17390,36	22,882	673,6
230	20926,40	27,535	676,6

Die in der letzten Spalte dieser Tabelle enthaltenen Zahlen geben die Anzahl der Wärmeeinheiten (Calorien) an, welche im Ganzen nöthig sind, um aus Wasser von 0° Dampf zu erzeugen. Diese Zahlen bestehen daher aus zwei Theilen; der eine Theil repräsentirt die Wärmeeinheiten, welche erforderlich waren, die Temperatur des Wassers von 0° bis zu dem Punkte zu erwärmen, wo es sich in Dampf verwandelt, der zweite Theil ist zur vollständigen Verdampfung gebraucht. Wie schon früher bemerkt, nimmt man gewöhnlich an, daß der erste Theil dargestellt ist durch die Zahl, welche die Temperatur des Dampfs ausdrückt; indem man voraussetzt, daß zur Erwärmung des Wassers von 0° auf 1° dieselbe Wärmequantität, wie zur

Erwärmung von 99° auf 100° u. s. w. erforderlich sei, oder mit andern Worten, daß die spezifische Wärme des Wassers für alle Temperaturen konstant sei. Für Terpentinöl fand Regnault zwischen 15° und 25° die spezifische Wärme zu 0,420 und zwischen 20° und 100° zu 0,467, und es war sonach sehr zu bezweifeln, daß für Wasser die spezifische Wärme konstant sei. Regnault's Versuche ergaben in der That auch für Wasser ein Wachsen der spezifischen Wärme mit der Temperatur; indeß ist dies Wachsen glücklicher Weise nur gering, und zwar findet es in folgender Weise Statt:

Temperatur des Wassers T =	Mittlere spezifische Wärme des Wassers zwischen 0° und T.
0°	1
10	1,0002
50	1,0017
100	1,0050
150	1,0097
200	1,0160
230	1,0204

War bis jetzt nur von der Wärme des Wasserdampfs und der zugehörigen Elastizität die Rede, so möge über die Dichtigkeit desselben bei verschiedenen Pressungen noch Folgendes bemerkt werden. Wir haben gesehen, daß mit der Zunahme der Wärme die Pressung des mit der Mutterflüssigkeit in Verbindung stehenden (gesättigten) Dampfs in raschem Verhältnisse wächst. Es muß nothwendig die Dichtigkeit des Dampfs mit der Temperatur oder Spannung desselben nach irgend einem Gesetze in Verhältniß stehen. Dies Gesetz würde nur durch ausgedehnte Versuche genau und scharf zu ermitteln sein, welche bis jetzt noch fehlen, und jedenfalls von großen Schwierigkeiten begleitet sein dürften. Gay-Lussac fand durch Versuche, daß Wasserdampf von 1 Atm. Spannung 1696 Mal mehr Raum einnimmt, als das Wasser, aus welchem er entstanden ist. (Muncke fand für niedrige Temperaturen die Dichte des Wasserdampfes zu 0,6568, Schmeddingk für 20° = 0,63, wobei die Dichte der atmosphärischen Luft = 1). Um indeß, ungeachtet der fehlenden direkten Versuche, die Dichtigkeit der Wasserdämpfe für die Praxis genügend zu bestimmen und als Funktion der Temperatur oder der Pressung auszudrücken, muß man das Mariotte'sche Gesetz, nach welchem sich die Spannungen der Gase

bei konstanter Temperatur umgekehrt wie die Räume verhalten, auf welche sie zusammengedrückt sind, und das Gay-Lussac'sche Gesetz, wonach die Raumzunahme einer elastischen Flüssigkeit genau mit der Temperaturzunahme wächst, mit einander verbinden. Es sei V das Volumen eines gewissen Gewichts Dampf von der Pressung p und der Temperatur t; dieser Dampf stehe mit der Mutterflüssigkeit in Berührung; es fragt sich, wie groß wird das Volumen V_1 desselben Gewichts Dampf sein für die Pressung p_1 und die Temperatur t_1? Wäre der Dampf nicht mit der Flüssigkeit in Berührung, bliebe die Temperatur t dieselbe und ginge nur die Pressung p in die p_1 über, so würde nach dem Mariotte'schen Gesetze sein

$$V_1 = V \cdot \frac{p}{p_1}$$

Bliebe aber die Pressung konstant, während nur die Temperatur des Dampfs von t zu t_1 überginge, so würde nach dem Gay-Lussac'schen Gesetze mit Benutzung des Rudberg'schen Ausdehnungskoeffizienten:

$$V_1 = V \cdot \frac{1 + 0{,}00364\, t_1}{1 + 0{,}00364\, t},$$

und für die gleichzeitige Aenderung der Pressung und Temperatur

$$V_1 = V \cdot \frac{1 + 0{,}00364\, t_1}{1 + 0{,}00364\, t} \cdot \frac{p}{p_1}$$

sein.

Da man nun für gesättigten Dampf von 1 Atmosphäre, wo also t = 100° und p = 1,033 Kilogr. für den Quadratcentimeter ist, durch Versuche weiß, daß V = 1700 ist, so wird

$$V_1 = 1700 \cdot \frac{1 + 0{,}00364\, t_1}{1{,}364} \cdot \frac{1{,}033}{p_1} = 1287 \cdot \frac{1 + 0{,}00364\, t_1}{p_1},$$

wobei das Volumen des Wassers, woraus der Dampf entstand, zu 1 angenommen ist. Hätte man nun eine richtige, für alle Pressungen gültige Relation zwischen der Temperatur und der Pressung des Wasserdampfs, so dürfte aus dieser Relation und der zuletzt gefundenen Formel nur t_1 oder p_1 eliminirt werden, um beziehungsweise einen Ausdruck zu bekommen für den Zusammenhang zwischen Volumen und Pressung oder zwischen Volumen und Temperatur des gesättigten Wasserdampfs; dieser Ausdruck würde aber sehr komplizirt werden. Navier sowohl als Pambour haben empirische Formeln für den Zusammenhang zwischen dem Volumen des aus der Kubikeinheit Wasser

entstandenen Wasserdampfs und der zugehörigen Pressung geliefert; die Pambour'schen Formeln, welche den Vorzug verdienen, sind folgende:

$$V = \frac{10000}{0{,}4227 + 0{,}000529\ P} \text{ und}$$

$$V = \frac{10000}{1{,}421 + 0{,}000471\ P},$$

worin P die in Kilogrammen ausgedrückte Pressung des Dampfs pro Quadratmeter bezeichnet. Die erste dieser Formeln ist für Dampf bis zu 2 Atmosphären, die zweite für höher gespannten Dampf zu gebrauchen.

Da V das Volumen des aus der Kubikeinheit Wasser entstandenen Dampfs (das relative Volumen) bezeichnet, so ist der Quotient $\frac{1}{V}$ nur mit dem Gewichte der Kubikeinheit Wasser zu multipliziren, um das Gewicht der Kubikeinheit Dampf, d. h. die Dichte des Dampfs zu bekommen. Für die Fälle der Anwendung ist es am bequemsten, sich nachstehender Tabelle zu bedienen, worin für verschiedene Temperaturgrade das Gewicht eines Kubikmeters Dampf in Kilogrammen angegeben ist.

Temperatur. Centigrade	Gewicht eines Kubikmeters Dampf.	Temperatur. Centigrade.	Gewicht eines Kubikmeters Dampf.	Temperatur. Centigrade.	Gewicht eines Kubikmeters Dampf.
0°	0,0054 kil.	95°	0,4998 kil.	190,00°	5,7100 kil.
5	0,0072	100	0,5913	193,70	6,1367
10	0,0097	112,2	0,8583	197,19	6,5595
15	0,0126	121,4	1,1177	200,48	6,9790
20	0,0171	128,8	1,3711	203,60	7,3957
25	0,0225	135,1	1,6200	206,57	7,8087
30	0,0295	140,6	1,8647	209,40	8,2196
35	0,0381	145,4	2,1072	212,10	8,2684
40	0,0491	149,06	2,3495	214,70	9,0336
45	0,0627	153,08	2,5860	217,20	9,4372
50	0,0797	156,80	2,8196	219,60	9,8382
55	0,1005	160,20	3,0520	221,90	10,2370
60	0,1260	163,48	3,2810	224,20	10,6320
65	0,1568	166,50	3,5106	226,30	11,0290
70	0,1932	169,37	3,7353	236,30	12,9770
75	0,2433	172,10	3,9784	244,85	14,8870
80	0,2892	177,10	4,4057	252,55	16,7620
85	0,3497	181,60	4,8477	259,52	18,6110
90	0,4196	186,03	5,2807	265,89	20,4330

Prüsmann.

Dampfkessel.

(Bd. III. S. 523.)

I. Material. — Als Material zu den Dampfkesseln (chaudière, boiler) wird gegenwärtig fast immer Eisenblech verwendet. Nächstdem bedient man sich in einzelnen Fällen des Kupferblechs, weil es die Wärme besser leitet, als das Eisenblech; allein einer allgemeineren Einführung desselben steht seine große Kostspieligkeit entgegen. In der neuesten Zeit ist das Gußstahlblech als Kesselmaterial vorgeschlagen worden, weil man ihm seiner größeren Festigkeit wegen eine geringere Wandstärke geben kann, als dem Eisenblech; allein da der Stahl bei wiederholter Erhitzung einen Theil seines Kohlenstoffs verliert und sich dann in seinen Eigenschaften dem Eisen immer mehr nähert, so dürften die ursprünglichen Dimensionen bei längerer Benutzung des Kessels nicht mehr genügend sein. Messingblech zu den Wandungen der Dampfkessel zu verwenden, ist in allen Ländern, in welchen gesetzliche Bestimmungen über die Dampfkesselanlagen bestehen, verboten; nur zu den Rauchröhren darf es bis zu einer gewissen Weite derselben (etwa 0,1 Meter durchschnittlich) benutzt werden. Auch das Gußeisen ist für die Kesselwände selbst entweder ganz verboten oder nur unter gewissen Beschränkungen gestattet. Preußen gestattete bis vor Kurzem gußeiserne Sicderohre von höchstens 18 Zoll Weite; in Bayern ist die Anwendung des Gußeisens für solche Kessel erlaubt, in denen die Dampfspannung nicht über 1¼ Atmosphäre beträgt, und bei höheren Spannungen wird es nur da zugelassen, wo es nicht unmittelbar dem Feuer ausgesetzt ist; in Frankreich sind zwar gußeiserne Kessel zuläßig, ihre Benutzung wird aber dadurch abgeschnitten, daß sie auf den fünffachen Druck probirt werden müssen. In Oesterreich, Belgien, Sachsen, Württemberg, gegenwärtig auch in Preußen, ist es durchaus verboten, Gußeisen als einen integrirenden Bestandtheil des Kessels anzuwenden.

II. Form. — Die Form des Kessels ist von wesentlichem Einfluß: 1) auf die Haltbarkeit oder Widerstandsfähigkeit desselben, und 2) auf sein Verdampfungsvermögen. Ein Kessel bietet um so größern Widerstand oder wird um so haltbarer, je regelmäßiger und abgerundeter seine Form ist (Zylinder); sein Verdampfungsvermögen aber wird um so größer, je größer seine Oberfläche ist. Da nun ein Körper

von gegebenem Inhalt eine um so kleinere Oberfläche hat, je regelmäßiger er ist, so widerstreiten sich diese beiden Bedingungen, und man ist daher, wenn man die Einfachheit der Kesselform nicht aufgeben will, gezwungen, einen Mittelweg einzuschlagen, bei welchem man sich nach Umständen der einen oder andern Bedingung mehr anschließt. So wird man zur Erzeugung hoch gespannter Dämpfe mehr runde und zur Erzeugung niedrig gespannter Dämpfe, welche einen geringeren Widerstand entgegensetzen, mehr eckige Kesselformen wählen. Beide Bedingungen kann man nur dann erfüllen, wenn man statt eines einzigen Zylinders eine größere Anzahl von Zylindern, die zusammen den gegebenen Inhalt haben, anwendet. Man gewinnt dann nicht nur an Sicherheit, sondern in noch viel höherem Maße vergrößert sich das Verdampfungsvermögen. Hierauf gründen sich die beiden jetzt üblichsten Kesselkonstruktionen, der Kessel mit Flammenrohr und der Kessel mit Sieberohr.

Der Kessel mit Flammenrohr (Rauchrohr, Feuerrohr, carneau intérieur; flue-tube). Durch den Kessel geht seiner ganzen Länge nach ein zylindrisches Rohr, durch welches die Verbrennungsprodukte geleitet werden. Dergleichen Rohre hatte auch schon Watt bei seinem Wagenkessel. Die Feuerung liegt innerhalb oder außerhalb des Flammenrohrs; im letzteren Falle kann sie wieder unter dem Kesselboden angebracht sein, oder man verlängert den über dem Flammenrohr liegenden Theil des Kessels so weit, daß der Feuerraum noch unter dem hervorragenden Stücke Platz findet. Bisweilen wendet man auch Querflammenrohre an, von denen das eine über, das andere unter dem Hauptflammenrohre liegt. Die Flamme kommt hier, nachdem sie durch das Flammenrohr nach hinten gegangen ist, in dem einen Seitenzuge wieder nach vorn und streicht sodann durch die beiden Querflammenrohre nach dem zweiten Seitenzuge.

Der Kessel von Galloway (Min. Journ. 1850) hat zwei Feuerräume, welche sich hinter den Feuerbrücken zu einem auf kurze Länge im Querschnitt kreisförmigen, dann aber elliptischen Flammenrohre vereinigen. Um dem letzteren eine größere Stabilität zu verleihen und zugleich eine größere Heizfläche zu gewinnen, sind zwei Reihen vertikaler Sieberöhren eingesetzt, welche den oberen Wasserraum mit dem unteren verbinden und, um dem durchgehenden Wasser- und Dampfstrome eine leichtere Bewegung zu gestatten, nach oben zu sich erweitern.

Vielfache Anwendung findet der Kessel von Fairbairn (Civ. Eng. 1845) mit zwei Flammenrohren und zwei in denselben liegenden Rosten. Fig. 1 auf Taf. 49 [1] zeigt einen Horizontaldurchschnitt desselben. Die auf dem Roste a erzeugten Verbrennungsprodukte nehmen ihren Weg durch die Flammenrohre ee, den Seitenzug b, einen Kanal unter dem Roste und den Seitenzug c nach dem Schornstein. Der Kessel ist vollkommen zylindrisch. Die beiden seiner ganzen Länge nach hindurchgehenden Flammenrohre haben $2^1/_2$—$2^3/_4$' Weite und sind vorn auf 6—7' elliptisch, um in der größeren Höhe Rost, Ofen und Aschenfall aufnehmen zu können und einem Luftstrom von erforderlicher Stärke den Zutritt zu gestatten. Der Wasserraum zwischen den Blechwänden beträgt überall mindestens 5—$5^1/_2$". Diese Kesselanlage hat zugleich den Vortheil, daß bei ihr der Rauchbildung mit ziemlich gutem Erfolge vorgebeugt wird. Ist nämlich in dem einen Flammenrohr das Feuer noch nicht lange angezündet und in dem anderen in vollem Brande, so wird bei hinreichendem Luftzutritt am Ende der Flammenrohre, wo die Verbrennungsprodukte sich vereinigen, durch die Gluth des einen Feuers die noch nicht vollendete Verbrennung des anderen hervorgebracht. Werden nun die Roste alle 10 Minuten in regelmäßigem Wechsel beschüttet, so kann dem Entweichen unverbrannter Kohlentheile recht gut gesteuert und eine beträchtliche Ersparniß an Brennmaterial hervorgebracht werden.

Der Kessel von Auld und Stephen (Pract. Mech. Journ. 1857) mit innerer und äußerer Feuerung ist so eingemauert, daß seine untere Wand ungefähr in gleiche Höhe mit dem Fußboden des Kesselhauses zu liegen kommt. Unter diesem Niveau liegt eine äußere Feuerung, deren Verbrennungsprodukte unter dem Kessel in einem gemauerten Zuge abströmen. Ueber dieser äußeren Feuerung und innerhalb eines Flammenrohrs, welches durch die ganze Länge des Kessels hindurchgeht, befindet sich eine zweite, also innere Feuerung. Die Verbrennungsprodukte dieser zweiten Feuerung ziehen durch das Flammenrohr seiner ganzen Länge nach hindurch und mischen sich am Ende desselben mit denen, welche von der äußeren Feuerung abströmen. Die beiden vereinigten Ströme theilen sich nun sogleich wieder, kehren durch zwei

[1] Die Zeichnungen zu den Artikeln Dampfkessel, Dampfleitung, Dampfmaschine sind auf den Kupfertafeln 49—53 enthalten und fortlaufend numerirt.

gemauerte Seitenkanäle nach vorn zurück und nehmen endlich durch zwei andere höher gelegene, gemauerte Seitenkanäle ihren Weg nach dem Schornstein.

Culpin (Mech. Mag. 1853) wendet mehrere Flammenrohre an und macht die Summe der Querschnitte derselben so groß, als der Querschnitt eines gewöhnlichen einzelnen Flammenrohrs sein müßte. Fig. 2 zeigt den Culpinschen Kessel im Längendurchschnitt und Fig. 3 im Querdurchschnitt. Der Feuerraum B mit dem Roste C liegt in einem kurzen Flammenrohre innerhalb des Kessels A. Die Theilplatte, welche den Aschenraum von den Zügen abtrennt, ist bei a mit dem Mauerwerke durch ein Scharnier verbunden, so daß sie nöthigenfalls zurückgeschlagen und das Flammenrohr gereinigt werden kann. Vom Feuerraume B aus führen fünf enge Rohre F, im Querdurchschnitt mit 1, 2, 3, 4, 5 bezeichnet, nach der Rauchkammer G; aus dieser werden die Verbrennungsprodukte durch die beiden Rohre HH nach hinten und endlich durch die Rohre LL wieder nach vorn und durch I in den Schornstein abgeleitet. Die Platten KK verhindern, daß die Verbrennungsprodukte aus der Rauchkammer G unmittelbar in den Schornstein übertreten. Die Rauchkammer G ist mit dem Kessel durch Schraubenbolzen verbunden, so daß man dieselbe leicht abnehmen kann.

Die Cornwaller Kessel sind zylindrische Kessel mit flachen Köpfen und Flammenrohr, in dem man bisweilen noch ein Sieberohr findet. Die üblichste Form derselben, welche den besten Effekt gibt und den wenigsten Reparaturen ausgesetzt ist, hält sich nahe bei folgenden Dimensionen: Durchmesser 6′, Länge 30—34′, Durchmesser des Flammenrohrs 3′. Die Entfernung des Flammenrohrs von dem äußeren Ringe des Kessels beträgt in der tiefsten Linie der Peripherie 5—6, auch der bequemeren Reinigung wegen 8″. Der Wasserstand über dem Flammenrohre ist 3—8″ hoch; die Stärke der Bleche des äußeren Ringes bis $^7/_{16}$″, die des Flammenrohrs und der Kopfplatten bis $^1/_2$″. Der Rost ist 3—7′ lang und liegt vorn in der halben Höhe des Flammenrohrs, hinten 3—4″ tiefer. Die Feuerbrücke ist 9″ stark aufgemauert und erhebt sich 12—15″ über die hintere Oberkante des Rostes. Das Feuer geht durch das Flammenrohr hinter, schlägt um das hintere flache Ende des Kessels rechts und links in die beiden Seitenzüge, geht die Wände des Kessels entlang nach vorn,

senkt sich dann durch $2\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{2}$′ lange Verbindungszüge in den unteren Zug des Kessels und entweicht von diesem durch den Fuchs in den Schornstein.

Eine vortheilhafte Verbindung der Cornwaller Kessel mit einem Vorwärmerohr ist in Fig. 4 und 5 im Längen- und Querdurchschnitt dargestellt. A ist der Hauptkessel von $6\frac{2}{3}$′ Durchmesser und 30′ Länge; in diesem befindet sich der kurze zylindrische 3′ 9″ weite und 8′ 9″ lange Feuerraum B, aus dem vier Flammenrohre C nach der hinteren Kesselwand führen. D ist der Vorwärmer von 2′ Durchmesser und 35′ Länge, welcher durch das Speiserohr E das Wasser empfängt. Dieser Kessel entspricht einer Leistung von 70 Pferdekräften und hat $20\frac{5}{6}$□′ Rostfläche.

Der Kessel mit Sieberöhren oder Siedern (chaudière à bouilleurs; elephant boiler) besteht aus mehreren zylindrischen Sieberohren, welche mit dem Hauptkessel durch kurze Rohrstücke verbunden sind. Die Sieberohre liegen völlig im Feuer, während der Hauptkessel nur etwa zur Hälfte von demselben getroffen wird. Diese Kesselkonstruktion hat mehrere Vorzüge vor den übrigen: Der Hauptkessel leidet weniger, Reparaturen sind leichter auszuführen, die Sieberohre können wegen ihrer geringeren Weite geringere Wandstärke erhalten.

Die Sieberohrkessel von Legavrian und Farinaux (Publ. ind. vol. 7) sind in Fig. 6 und 7 (Taf. 49) im Längen- und Querdurchschnitt dargestellt. Unmittelbar über dem Roste A des Herdes B befinden sich zwei Reihen von Sieberohren C, deren Anzahl sich nach der Dampfproduktion oder der Größe der Maschine richtet. Die obere Reihe der Sieberohre steht unmittelbar, die untere durch Zwischenröhren in Verbindung mit dem Hauptkessel D. Die Sieberohre sind ganz, der Kessel ist halb mit Wasser angefüllt, und einestheils um den Dampfraum zu vergrößern, anderntheils das Fortreißen der Wassertheile möglichst zu verhüten, sind noch ein oder zwei Behälter E aufgesetzt, aus denen der Dampf entnommen wird. Der Feuerraum ist durch Gewölbe F geschlossen, welche in gewissen Entfernungen auf gußeisernen über den oberen Sieberohren befestigten Trägern ruhen. c sind drei Oeffnungen, welche nach dem Schornstein führen, und in den mit Schiebern d versehenen Fuchs einmünden. e ist das Rohr, welches das Speisewasser aufnimmt, f ein Kommunikationsrohr zwischen dem Sieberohre k, welches zum Anwärmen des Speisewassers

dient (Vorwärmerohr), und dem Kessel; g ein doppelter Ventilaufsatz. Von letzterem geht das Dampfrohr b nach dem Dampfbehälter E und biegt sich bei i bis nahe auf den Boden desselben nieder. Das durch i abgehende Wasser wird durch das Rohr a, welches bis nahe auf den Boden des Kessels reicht, in den Kessel zurückgeführt. Auf E ist das durch einen Hahn h verschließbare Dampfleitungsrohr l angebracht. Statt des einfachen Kessels kann man auch zwei über einander befindliche von gleicher Größe anwenden.

Farcot's Sieberohrkessel (Publ. ind. vol. 7) besteht aus einem zylindrischen Hauptkessel, unter dessen unterer Seite ein einziger Zug hinläuft, und vier zur Seite desselben über einander liegenden Sieberohren. Die letzteren sind so mit einander verbunden, daß das hinterste Ende des obersten Sieberohrs mit dem Wasserraume des Kessels, das vordere mit dem vordersten Ende des zweiten Sieberohrs, dagegen die hinteren Enden des zweiten und dritten Sieberohrs und die vorderen Enden des dritten und untersten Sieberohrs mit einander kommunizieren. Alle vier Sieberohre sind etwas geneigt und liegen in einem unmittelbar neben dem Hauptkessel aufgeführten, flach überwölbten Kanale mit vertikalen Seitenwänden, welcher durch der Länge nach eingeschobene Schieber von Eisenblech in vier Etagen getheilt wird, deren jede ein Sieberohr umschließt. Das Speisewasser wird in das unterste Speiserohr, welches von der Feuerluft zuletzt getroffen wird, eingeführt, steigt in das dritte, zweite, erste auf und tritt endlich tüchtig vorgewärmt in den Hauptkessel ein.

Auch bei dem in Fig. 8 und 9 dargestellten Kessel aus der Werkstatt der Société John Cockerill in Seraing ist man, wie bei der Farcot'schen Konstruktion, von dem Grundsatze ausgegangen, daß die größte Wärmemenge unter dem Hauptkessel entwickelt werden müsse, da dieser das Hauptdampfreservoir bildet, und daß das Speisewasser in den verschiedenen Kesseltheilen in einer der Bewegung der Flamme entgegengesetzten Richtung zirkuliren müsse. Die Flamme streicht, nachdem sie den Feuerraum verlassen hat, unterhalb des Hauptkessels nach hinten, geht durch einen Kanal wieder nach dem Sieberohr, wo sie auf der einen Seite ihren Hingang, auf der anderen ihren Hergang macht, und strömt endlich durch den Fuchs in den Schornstein. Nur um den Kessel nicht unmittelbar der größten Hitze auszusetzen und bei der nothwendigen bedeutenden Dicke der unteren Bleche der Verbren-

nung vorzubeugen, ist derselbe über dem Herde mit zwei kurzen Siederohren versehen, die des kleineren Durchmessers wegen von dünnerem Bleche gemacht werden können und zugleich in Folge der vergrößerten Heizfläche mehr Dampf erzeugen, ohne deshalb die Wirkung auf den Kessel zu sehr zu schwächen. Die eingeschriebenen Maße beziehen sich auf einen Kessel von 30 Pferdekräften. Bei größerem Dampfbedarfe können statt eines Vorwärmerohrs zwei solche angebracht werden. Die Flamme geht dann unter dem einen Rohre rückwärts und unter dem anderen vorwärts, und die Speisung erfolgt am Ende des zweiten Rohrs. Die Neigung der Rohre fördert die Bewegung des entwickelten Dampfes und somit den Uebertritt aus den Rohren in den Kessel.

Léon (Publ. ind. vol. 7) legt unter den Hauptkessel ein weites Siederohr, durch welches selbst wieder ein Flammenrohr geführt ist. Das Siederohr ist viel kürzer als der Hauptkessel, liegt hinter der Feuerbrücke und ist mit dem Hauptkessel wie gewöhnlich durch zwei Halsröhren verbunden. Der Rost befindet sich unter dem vorderen Ende des Hauptkessels; von dort zieht die Flamme über die Feuerbrücke durch einen weiten Kanal unter dem Hauptkessel nach hinten, wendet sich nach unten, kehrt durch das Flammenrohr des Siederohrs nach vorn bis an die Feuerbrücke zurück, und zieht sodann durch zwei Züge zu beiden Seiten des Siederohrs nach dem Schornstein ab.

An die Siederohrkessel schließen sich die Alban'schen und Henschel'schen Kessel an. Der Alban'sche Kessel, welcher in Fig. 10 und 11 (Taf. 49) im Längen- und Querdurchschnitt dargestellt ist (Alban, die Hochdruckdampfmaschine; Polyt. Journ. Bd. 111) besteht aus mehreren Reihen über und neben einander liegender Siederohre k, welche eine etwas geneigte Lage haben und ringsum vom Feuer getroffen werden, und dem eigentlichen Kessel, der wieder aus dem Separator n und dem Rezipienten t zusammengesetzt ist. Die in den Siederohren k sich bildenden Dämpfe gelangen in das Herz i des Kessels und steigen durch den Kanal l in den Separator n, der mit dem Rezipienten t durch das Rohrsystem e in Verbindung gesetzt ist. ab ist das Dampfrohr, f das Speiserohr. Die Flamme geht, nachdem sie den Raum, in welchem die Siederohre liegen, verlassen hat, durch die mit Oeffnungen versehene Platte o, welche zur gleichförmigen Vertheilung der Hitze dient, und strömt bei p nach dem Schornstein ab. Die kurzen

durch gußeiserne Einsätze r geschlossenen Kanäle q dienen zum Reinigen des Ofens. s ist ein Hahn zum Entleeren des Kessels.

Henschels Kessel (Gewerbebl. f. Hannover 1844), der in Fig. 12 im Durchschnitt abgebildet ist, besteht aus mehreren neben einander liegenden, etwa bis auf $^2/_3$ mit Wasser gefüllten Röhren A aus Eisenblech mit zwei gußeisernen Ansätzen B und C, welche mit dem zylindrischen Dampfreservoir D den eigentlichen Kessel bilden. Der Ofen E, welcher die Röhren A umschließt, ist im Allgemeinen parallelepipedisch gestaltet und mit Gewölben s überdeckt, die ihre Widerlager in den gußeisernen Rahmen r haben. Am Boden des Ofens sind Absätze xx angebracht, hinter denen sich Asche, Abbrände u. s. w. ansammeln, die durch Oeffnungen yy in der Seitenwand entfernt werden können. Henschel versieht überdieß seinen Kessel mit einer Vorrichtung, durch welche der Rost umgelegt und das Brennmaterial in den Aschenraum niedergeworfen wird, wenn die Dampfspannung eine gewisse Grenze übersteigt.

Eine ähnliche Konstruktion hat der Retortenkessel (retort boiler, duplicate boiler) von Dunn (Mech. Mag. 1856). Derselbe besteht ebenfalls aus einer Anzahl neben einander liegender zylindrischer Kessel oder Retorten, welche an den Enden durch Rohre mit einander verbunden sind. Die Anzahl dieser Retorten ist so groß, daß ihr gesammter Fassungsraum dem eines einzigen Kessels von der gewöhnlichen Konstruktion gleich ist. Die Enden der Retorten werden aus gußeisernen Hauben gebildet, welche auf den zylindrischen Theil aufgenietet sind. Von ihnen aus führen Rohre aufwärts nach einer gemeinschaftlichen Dampfkammer und abwärts nach dem Speiserohre und dem Abblaserohre. Die Retorten sind zu beiden Enden in die Seitenwände des Ofens eingemauert und ruhen in der Mitte auf einem Sattel von feuerfesten Ziegeln. Sie liegen $1^1/_4$″ auseinander, und der Raum zwischen ihnen ist durch Mauerwerk geschlossen, welches den vollen unteren Halbkreis und den halben oberen der Flamme und der Feuerluft ausgesetzt läßt. Die Flamme streicht zuerst an den Böden der Retorten hin, kehrt dann oberhalb derselben zurück und entweicht von hier in den Schornstein. Bei dieser Aufstellungsweise werden von der gesammten Kesselfläche $^3/_4$ als Heizfläche gewonnen. Ein solcher Kessel mit 3 Retorten von 9′ Länge und 17″ Weite lieferte Dampf für 24 Pferdekräfte und brauchte $5^3/_4$ Pfund ord. Steinkohle pro stündliche Pferdekraft.

Endlich sind hier noch die in Fig. 13 und 14 abgebildeten Reinscher'schen Kessel (Zeitschr. d. österr. Ing.-V. 1854) zu erwähnen. Dieselben haben folgende Einrichtung: Zwischen zwei parallel liegenden horizontalen Platten a und b sind Röhren von 2—5′ Länge und 2″ Durchmesser eingesetzt und mit denselben dampfdicht verbunden. Ueber der oberen und unter der unteren Platte sind hohle Halbzylinder von höchstens 6½″ Durchmesser so angesetzt, daß die inneren Röhrenräume mit den beiden Halbzylindern einen von allen Seiten geschlossenen hohlen Raum bilden. Jedes System erhält bei c ein gemeinschaftliches Speiserohr, aus welchem das Wasser durch kleine mit Hähnen d versehene Kommunikationsröhren in die unteren Halbzylinder tritt und durch die vertikalen Röhren bis über den Boden der oberen Halbzylinder steigt. Hier sammeln sich die Dämpfe und strömen dann durch die Kommunikationsröhren e dem gemeinschaftlichen Dampfrohre f zu. Diese Einrichtung stimmt im Prinzipe mit der Gilman'schen Kesselkonstruktion (Lond. Journ. 1838) überein. Vertikale Kessel sind im Allgemeinen für die Dampfbildung nicht günstig, weil die vom Boden aufsteigenden Dampfblasen vielfach Gelegenheit finden, sich an die Kesselwand anzulegen und dadurch zwischen dem Wasser und der Kesselwand einen Dampfmantel zu bilden, welcher die direkte Uebertragung der Wärme auf das Wasser stört.

III. Dampferzeugungsvermögen. — Das Dampferzeugungsvermögen eines Dampfkessels hängt vorzüglich von dessen Heizfläche (surface de chauffe; heating surface) ab, d. h. demjenigen Theile der Kesselfläche, welcher einerseits vom Feuer und von der heißen Luft, andererseits von dem im Kessel befindlichen Wasser berührt wird. Die Wärme des Ofens äußert sich am Kessel in zweierlei Weise: durch die Ausstrahlung und durch die Wärmeleitung der abziehenden Verbrennungsprodukte. Ein Theil des Kessels erhält seine Wärme sowohl durch Ausstrahlung als durch Leitung (direkte Heizfläche), und ein anderer nur durch Leitung (indirekte Heizfläche). Je mehr die Verbrennungsprodukte in den den Kessel umgebenden Feuerkanälen sich von dem Feuerraume entfernen, desto mehr kühlen sie sich ab, bis sie endlich nicht mehr im Stande sind, eine nützliche Wirkung auszuüben. Man muß daher suchen, eine möglichst große Fläche des Kessels der unmittelbaren Wirkung des Feuers auszusetzen, also möglichst viel direkte Heizfläche zu gewinnen. Am

In dieser Formel bedeutet F die Heizfläche des Kessels und $\frac{h}{r}$ das Verhältniß der Kugelsegmenthöhe zum Kesselhalbmesser. Die Länge des Kessels ist = 10r angenommen worden. Kessel mit halbkugelförmigen Enden erhalten hiernach den Halbmesser:

$$r = 0{,}145 \sqrt{F}$$

und Kessel mit ebenen Endflächen den Halbmesser:

$$r = 0{,}152 \sqrt{F}$$

Für einen Kessel mit 2 Siederohren ist nach Weisbach zu setzen:

der Halbmesser des Hauptkessels $r = 0{,}1106 \sqrt{F}$,
der Halbmesser der Siederohre $r_1 = 0{,}4 r$,
die Länge des Kessels und der Siederohre $l = 10 r$.

Nach Redtenbacher wird unter Beibehaltung derselben Bezeichnungen: für einen Kessel ohne Siederohre:

$$r = 0{,}53 \sqrt{\frac{r}{l} F}, \text{ oder für } \frac{r}{l} = \frac{1}{10},$$

$$r = 0{,}167 \sqrt{F},$$

für einen Kessel mit zwei Siederohren unter übrigens denselben Verhältnissen, wie oben:

$$r = 0{,}1 \sqrt{F},$$

für einen Kessel mit drei Siederohren:

$$r = 0{,}094 \sqrt{F};\ r_1 = \frac{1}{3} r.$$

V. Wandstärke. — Die Wandstärke der Kessel, Siederohre u. s. w. ist beinahe in allen Ländern gewissen gesetzlichen Bestimmungen unterworfen, welche dieselbe vom Durchmesser und von der Spannung des in dem Kessel zu erzeugenden Dampfes abhängig machen:

Nach dem preußischen Gesetz ist zu nehmen:

$$e = r\,(b^{0{,}003n} - 1) + 0{,}1 \text{ Zoll},$$

wobei e die Wandstärke, r den Kesselhalbmesser in Zollen, n die Spannung des Dampfes über dem äußeren Luftdruck in Atmosphären, und b die Grundzahl des natürlichen Logarithmensystems (2,71828) bezeichnet. Diese Stärken gelten für die schwächsten Theile der Kessel; eine besondere Verstärkung an den dem Feuer nahe liegenden Theilen ist nicht geboten. Gußeiserne Siederohre erhielten bis zum Verbote derselben durch das Gesetz vom 19. Januar 1855 die Stärke:

$$r_1 \, (b^{0,01n} - 1) + \tfrac{1}{3} \text{ Zoll;}$$

eisenblecherne Feuer- und Rauchrohre erhalten die Stärke:

$$0,0067 \, d \sqrt[3]{n} + 0,05 \text{ Zoll,}$$

messingene

$$0,01 \, d \sqrt[3]{n} + 0,07 \text{ Zoll,}$$

wenn d deren Durchmesser in Zollen bezeichnet.

Dieselben Maße sind auch nach der bayrischen Verordnung anzuwenden.

In Frankreich, Belgien, Oesterreich, Sachsen u. s. w. ist vorgeschrieben:

$$e = 1,8 \, d \, (n - 1) + 3,$$

wobei e die Wandstärke in Millimetern, n die Dampfspannung im Kessel nach Atmosphären und d den Durchmesser des Kessels oder Kesseltheiles in Metern bezeichnet. Eine etwa vorhandene Differenz zwischen der Wandstärke des oberen, dem Feuer nicht ausgesetzten Kesseltheils und derjenigen des unteren darf in keinem Falle größer sein, als daß die obere Wandstärke noch mindestens $\frac{7}{8}$ der unteren beträgt.

Nach der württembergischen Verordnung ist zu nehmen:

$$e = o,15 \, d \, (n - 1) + 1,$$

wobei e in württ. Linien und d in württ. Fußen ausgedrückt ist. Gibt man d in Metern, so erhält man hieraus:

$$e = o,15 \, d \, (n - 1) + 3 \text{ Millim.}$$

Durchgängig darf die Wandstärke nicht über 15 Millim. angenommen werden, und man muß daher für einen Kessel, welcher nach den vorgeschriebenen Regeln eine größere Wandstärke ergibt, ein größeres Verhältniß der Länge zur Weite auswählen, um einen engeren Kessel zu erhalten, oder statt des einen Kessels zwei oder mehrere anwenden, was auch in anderer Beziehung von Vortheil ist.

VI. Oefen. — Die Oefen der Dampfkessel bestehen aus:

1) dem Feuerraume,
2) den Feuerkanälen oder Zügen,
3) dem Schornstein oder der Esse.

Im Feuerraume findet die Verbrennung des Brennstoffs Statt, in den Zügen werden die gasförmigen Verbrennungsprodukte um den Kessel herumgeleitet, um ihre Wärme an denselben abzugeben, und durch den Schornstein erfolgt die Abführung dieser Verbrennungsprodukte in die freie Luft.

Der Hauptheil des **Feuerraums** (foyer; furnace) ist der **Rost** (grille; grate), welcher denselben in zwei Abtheilungen theilt. Die obere dieser Abtheilungen dient zur Aufnahme des Brennmaterials, und die untere zur Aufnahme der bei der Verbrennung zurückbleibenden Rückstände (**Aschenraum**, **Aschenfall**, cendrier; ashpit). Der Rost besteht aus eisernen Stäben, welche so neben einander angeordnet sind, daß zwischen je zwei Stäben eine Spalte (Fuge) bleibt. Die Spalten dienen dazu, die Verbrennungsluft von unten nach dem Brennmaterial treten und die Rückstände in den Aschenraum niederfallen zu lassen, weshalb einerseits das Brennmaterial nicht in zu dicken Schichten auf dem Roste liegen darf und andererseits der Rost häufig zu reinigen ist. Bei backenden Steinkohlen erhält die Brennstoffschicht die richtige Dicke, wenn man für je 50—60 Kilogr. in der Stunde zu verbrennender Kohlen 1□^{m} **Rostfläche** gibt. Nach Wiebe ist zu nehmen:

für stündlich verbrannte 100 Pfund:

	Rostfläche:
Steinkohlen	7 —8□' pr.,
hartes Holz oder Braunkohlen	6 —7 „
weiches Holz oder Torf	5½—6½ „
Holzkohlen oder Kokes	8 — 9 „

Andere machen die Rostfläche von der Heizfläche abhängig und schreiben für dieselbe $\frac{1}{17}$—$\frac{1}{15}$ der Heizfläche vor.

Damit die Steinkohlen nicht unverbrannt durch den Rost fallen, dürfen die Spalten nicht breiter als 12 Millimeter gemacht werden, und damit sie den Rost nicht zu leicht verstopfen, nicht schmäler als 8 Millimeter. Da man nun in der Regel den Roststab 3mal so breit als die Rostfuge macht, so ergibt sich hieraus für den Roststab eine Breite von 24—36 Millimeter. Die Verbrennung erfolgt um so lebhafter, je schmäler der Roststab ist; es sind daher in der Regel die kleineren der innerhalb der angegebenen Grenzen liegenden Werthe zu wählen, und nur bei längeren Rosten der Festigkeit wegen die größeren anzuwenden. Soll Holz auf dem Roste verbrannt werden, so können die Spalten und Stäbe schmäler gemacht werden, bei Torf breiter. Für Braunkohlen läßt sich eine allgemeine Regel nicht angeben, vielmehr ist hier darauf Rücksicht zu nehmen, ob sich das Material dem Holze mehr oder weniger nähert, ob es in größeren

Stücken oder in Staub angewendet wird, ob es viel Asche und Schlacke gibt.

Man macht die Roststäbe in der Regel aus Gußeisen, und nur in einzelnen Fällen, namentlich für Lokomotiv- und Schiffskesselheizungen bedient man sich gewalzter Stäbe. Bisweilen gibt man ihnen oben eine Hohlkehle zur Aufnahme der Asche, welche als schlechter Wärmeleiter den Stab vor der starken Einwirkung der brennenden Kohlen schützt, oder man bricht die oberen Kanten ab und schleift die dadurch entstehenden schiefen Flächen, sowie die obere Fläche, damit sie nicht so leicht angegriffen und zerstört werden können und die durchziehende Luft sich leichter über dem Roste verbreiten kann. Firth gibt, wie Fig. 15 (Taf. 49) zeigt, den Stäben unten eine Aushöhlung. Die Luft, welche sich in diesen Höhlungen fängt, kühlt die Roststäbe und tritt dann, selbst angewärmt, an den Enden der Stäbe, wo diese geschlitzt sind, über den Rost. Diese Stäbe sind in ihrer Längenrichtung von beiden Enden nach der Mitte zu etwas nach oben gebogen, wodurch sie an Festigkeit gewinnen.

Der Rost liegt horizontal oder der besseren Beaufsichtigung wegen schwach geneigt. Treppenroste mit flachen breiten Stäben, die nach Art der Treppenstufen angeordnet sind und mit Belassung einer horizontalen Spalte sich gegenseitig überdecken, kommen häufig bei Braunkohlenfeuerungen vor, doch zeigen sie sich auch vortheilhaft für die Verwendung trockner magerer Steinkohlen. Die Höhe des Kesselbodens über der Rostfläche soll bei Steinkohlenfeuerung 340—400 Mill. und bei Holzfeuerung 440—620 Mill. betragen. Ganz abweichend hiervon schreibt Gall für diese Höhe 10 Fuß und mehr vor (Beschreibung meiner rauchverzehrenden Dampfkesselöfen, welche, außer daß sie die größtmögliche Brennmaterial-Ersparniß gewähren, auch die hohen Schornsteine unnöthig machen, von Dr. L. Gall, 1855). Der Aschenraum soll wenigstens 0,8 Meter hoch sein, damit die Roststäbe durch die angehäuften Rückstände nicht zu sehr erhitzt werden. Die zur Verbrennung nöthige Luft tritt durch eine Thüre in den Aschenraum und von da zwischen den Roststäben hindurch in den Feuerraum. Damit die Luft möglichst kalt, also in möglichst dichtem Zustande unter den Rost trete, versieht Woodcock (Lond. Journ. 1854) den Aschenfall mit einer Art Jalousiegitter aus einer doppelten Reihe Eisenstäbe, welche zugleich die Ausstrahlung der Wärme vom Roste nach dem Aschenfall

bedeutend vermindern. Prideaux (Civ. Eng. 1854) verlegt dieses Jalousiegitter in die Feuerthüre.

Um das Aufgeben des Brennmaterials möglichst regelmäßig zu bewirken, hat man sich mannichfacher mechanischer Mittel bedient, unter denen die folgenden herausgehoben werden sollen: Hargreaves (Lond. Journ. 1850) legt die Roststäbe zu beiden Enden auf Stangen, welche vermittelst einer Hebelverbindung von der Dampfmaschine aus eine vor- und rückgängige Bewegung erhalten. Unmittelbar vor der Ofenthüre befindet sich ein Aufgabetrichter und unter diesem eine mit dem Roste verbundene Platte (Stoßplatte) mit nach hinten zu übergreifendem Rande, unter welchem wieder quer über den Rost herüber eine feste nach hinten zu aufsteigende und bis in den Feuerraum reichende Platte liegt. Bewegt sich nun der Rost auswärts, so entfernt sich die Stoßplatte von der Ofenthüre, und es fallen aus dem Aufgabetrichter einige Kohlen auf die feste Platte; bewegt er sich dagegen einwärts, so stößt die Stoßplatte die Kohlen auf der festen Platte fort und schiebt sie unter der Ofenthüre hindurch in den Feuerraum.

Bodmer (Mon. indust. 1847) legt die Enden der Roststäbe zwischen die Gewinde zweier der Länge des Feuerraums nach parallel zu einander angebrachter und langsam bewegter Schraubenspindeln, durch welche sie daher auch langsam vorwärts geschoben werden. Am Ende steigen die Roststäbe nieder, fallen zwischen die Gänge zweier anderer Schraubenspindeln und werden von diesen, da sie sich nach entgegengesetzter Richtung umdrehen, zurückgeführt, um am vorderen Ende durch einen Hebelapparat wieder den zuerst erwähnten Schrauben übergeben zu werden.

Cordier (Ann. des mines 1837) und Dean (Lond. Journ. 1847) wenden Flügelräder an, welche die durch ein Walzenpaar zerkleinerte Steinkohle nach dem Verbrennungsraume werfen. Der letztere hat seine Einrichtung so getroffen, daß abwechselnd die eine und die andere Hälfte des durch eine Zunge getheilten Rostes mit Kohle beschickt wird. Damit das Feuer der eben mit dem Brennmaterial beschütteten Hälfte vor der Zunge vorn herüber und über die andere bereits im vollen Brande befindliche Abtheilung gehen kann, sind hinter den Rosthälften noch Schieber angebracht, die bei der Umsetzung der Bewegung des Aufschütters gleichzeitig mit gestellt werden. Es ist dann jedes Mal die Rostabtheilung, in welche das Brennmaterial

eingetragen wird, in der Gegend der Brücke durch einen Schieber abgeschlossen, die andere dagegen dem Durchzuge der Verbrennungsprodukte frei geöffnet.

Duméry (Gén. ind. 1856) behält vom ganzen Roste nur die beiden mittelsten Stäbe bei, und setzt zu beiden Seiten derselben muldenförmige, unten und an den Seitenwänden mit Rosten versehene Kanäle an, durch deren äußere Mündungen das Brennmaterial eingeführt wird, während über den inneren die Verbrennung erfolgt. Vor den äußeren Mündungen befinden sich kolbenartige Drücker, welche in dem Maße, als die Verbrennung erfolgt, das Brennmaterial vorwärts drängen, und von der Maschine aus in Bewegung gesetzt werden.

Crampton (Rep. of Pat. Inv. 1856) führt von einem Aufgebetrichter aus das Brennmaterial nach einer im Niveau des Rostes liegenden Mündung, durch welche es vermittelst eines schwingenden Stempels so nach dem Roste gedrängt wird, daß das schon auf diesem befindliche Brennmaterial dadurch gehoben wird.

Bei Juckes' Kettenrost (Rep. of Pat. Inv. 1843) sind die Roststäbe zu einer endlosen Kette verbunden, welche an jedem Ende des Feuerraums über eine Rolle geht und in Zwischenräumen um kurze Strecken vorwärts geschoben wird. Nach einer andern Anordnung desselben ist der Rost kreisförmig, und stets nur theilweise im Feuer, indem immer ein Theil desselben aus dem Feuer heraus- und ein anderer mit frischem Brennmaterial beladener in das Feuer hineintritt.

Wird das Aufgeben des Brennmaterials ohne Anwendung mechanischer Mittel bewirkt, so ist der Feuerraum über dem Roste mit einer Thüre versehen, welche nur dann geöffnet wird, wenn es darauf ankommt, das Feuer zu schüren, den Rost zu reinigen und neues Brennmaterial aufzugeben. Um die Abkühlung durch die Ofenthüre möglichst zu mäßigen und sie vor dem Feuer zu schützen, ist es zweckmäßig, sie mit doppelten Wandungen zu versehen oder von innen mit Backsteinen zu bekleiden.

Der Feuerraum wird an seinem hinteren Ende durch eine Mauer, die sog. Feuerbrücke (autel, firebridge), begrenzt. Dieselbe überragt mit ihrem oberen abgerundeten Ende den Rost so weit, daß zwischen ihr und dem Kesselboden oft nur 100 — 150 Mill. Raum bleibt, und dient vermöge der hierdurch entstehenden Verengung dazu,

eine möglichst vollständige Verbrennung einzuleiten, welche häufig noch durch Luftkanäle unterstützt wird.

Nachdem die Verbrennungsprodukte die Feuerbrücke überschritten haben, gelangen sie in die Feuerkanäle oder Züge (carneaux; flues). Diese Züge bestehen entweder aus einem einzigen, ein oder mehrere Mal um und nach Befinden durch den Kessel geleiteten Kanale oder, wie besonders bei den Lokomotivkesseln, aus mehreren durch den Kessel gelegten einzelnen Kanälen oder Röhren, welche die Verbrennungsprodukte gemeinschaftlich dem Schornsteine zuleiten. Die um den Kessel herumführenden Kanäle werden aus feuerfesten Steinen aufgeführt, die durch den Kessel hindurchgehenden Röhren aber werden aus Eisenblech angefertigt. Der Querschnitt der Feuerkanäle und die Summe der Querschnitte der Röhren, welche gemeinschaftlich die Verbrennungsprodukte durchleiten, ist der Rostfugenfläche, also ($\frac{1}{5}$—$\frac{1}{6}$) R, wenn R die Rostfläche bezeichnet, zu machen. Hieraus ergibt sich zugleich, wie viel Röhren man in einem Röhrenkessel von gegebener Rostfläche anzuwenden hat. Setzt man die Summe aller Röhrenquerschnitte allgemein $\frac{1}{m}$ R, und nennt man den Durchmesser der einzelnen Röhre d, und ihre Anzahl n, so wird

$$\frac{nd^2\pi}{4} = \frac{R}{m}, \text{ oder } n = \frac{4R}{md^2\pi}.$$

Kessel und Züge sind mit einem Rauhgemäuer umgeben, welches etwa 0,5 Meter der oberen Kesselperipherie frei läßt, um die Rohre, Ventile u. s. w. aufsetzen zu können. Wenn die Verbindungen ganz dicht sind, so belegt man, um die Wärmestrahlung zu vermeiden, die Kesseldecke oft mit Sand, Steinkohlenasche u. s. w. Zweckmäßiger ist es, eine Dampfhaube (Dom) aus Eisenblech oder, wenn es gestattet ist, aus Gußeisen, auf den Kessel aufzunieten und an diesem das Dampfrohr, die Speiseröhren, den Mannlochdeckel u. s. w. zu befestigen. Mit einem solchen Dom lassen sich die Verbindungen leichter dicht halten, der Kessel wird weniger verletzt, und man kann nun über den Kessel eine 300—400 Mill. hohe schützende Decke legen. Scholl empfiehlt als Schutzdecke Häcksel in 4″ Höhe.

Zwischen den Zügen und dem Schornsteine, in dem sog. Fuchse, befindet sich ein Schieber oder eine Klappe zum Reguliren des Feuers und beziehentlich Abschließen des ganzen Ofens. Bei geneigter

oder horizontaler Lage wendet man am besten Schieber, bei vertikaler Stellung Klappen an. Die Ausmündung des Fuchses in den Schornstein muß an der obern Kante abgerundet seyn.

Der Schornstein (cheminée; chimney) führt endlich die Verbrennungsprodukte in die freie Luft ab und erzeugt den zur Verbrennung nothwendigen Zug. Seine Wirksamkeit ist abhängig: 1) von seiner Höhe, 2) von der mittleren Temperatur der durchgeführten Verbrennungsprodukte und 3) von seinem Querschnitte. Um die Beziehungen, welche zwischen diesen Größen Statt finden müssen, kennen zu lernen, müssen wir die Bewegungsverhältnisse der Feuerluft im Schornstein ermitteln. Ist v die Geschwindigkeit der austretenden Feuerluft, p der Druck der äußeren Luft, p_1 der Druck der Feuerluft beim Eintritt in den Schornstein, und γ_1 die Dichtigkeit der letzteren, so wird nach Weisbach, Ing. und Masch. Mech. Bd. I. S. 804. 3. Aufl.

$$v = \sqrt{2g\left(\frac{p - p_1}{\gamma_1}\right)}.$$

Ist ferner H die Höhe des Schornsteins und γ die Dichtigkeit der äußeren Luft, so wird

$$p = H\gamma \text{ und } p_1 = H\gamma_1 \text{, daher}$$

$$v = \sqrt{2\,gH\left(\frac{\gamma - \gamma_1}{\gamma_1}\right)} = \sqrt{2\,gH\left(\frac{\gamma}{\gamma_1} - 1\right)}.$$

Nun ist aber nach dem eben citirten Bande S. 676:

$$\frac{\gamma}{\gamma_1} = \frac{1 + 0{,}00367\ t_1}{1 + 0{,}00367\ t}$$

wenn t_1 die Temperatur der Feuerluft beim Eintritt in den Schornstein und t die Temperatur der äußeren Luft bezeichnet, so daß man erhält:

$$v = \sqrt{2\,gH\left(\frac{1 + 0{,}00367\ t_1}{1 + 0{,}00367\ t} - 1\right)}$$

$$= \sqrt{2\,gH\ \frac{0{,}00367\ (t_1 - t)}{1 + 0{,}00367\ t}}.$$

Die Temperatur der äußeren Luft ist im Vergleich zur Temperatur der in den Schornstein eintretenden Feuerluft (durchschnittlich 300° nach Peclet) immer sehr klein, so daß wir ohne merklichen Fehler $t = o$ setzen können. Hiernach wird:

$$v = \sqrt{2\,gH.\ 0{,}00367\ t_1},$$

oder die Geschwindigkeitshöhe:

$$\frac{v^2}{2\,g} = 0{,}00367\ t_1\ H.$$

In Folge der Reibung, welche die Feuerluft an den Wänden des Schornsteins erleidet, wird außerdem noch die Geschwindigkeitshöhe

$$\zeta\,\frac{L + H}{D}\ .\ \frac{v^2}{2\,g}$$

beansprucht, wenn ζ den Reibungskoeffizienten (nach Peclet für berußte Essen 0,05), D die mittlere Weite des Schornsteins und L die der Reibung der Luft beim Durchgange durch das Brennmaterial auf dem Roste und der Verbrennungsprodukte beim Durchgange durch die Feuerkanäle entsprechende Reibungslänge bezeichnet. Den letzteren Werth erhält man aus der leicht zu entwickelnden Formel:

$$L = \frac{1}{\zeta}\left[\zeta_1\ l_1\ \left(\frac{D}{d_1}\right)^3 + \zeta_2\ l_2\ \left(\frac{D}{d_2}\right)^5\right],$$

in welcher ζ_1 und ζ_2 die Reibungskoeffizienten beim Durchgange durch das Brennmaterial und durch die Züge, l_1 die Höhe der Brennmaterialschicht, d_1 die Summe der Weiten aller Zwischenräume in einem Horizontalquerschnitt durch das Brennmaterial, l_2 die Länge der Feuerkanäle und d_2 die Weite der letzteren bedeutet. Von besonderem Einfluß ist das erste Glied; Peclet schätzt bei Dampfkesseln, unter welchen auf 1 □M. Rostfläche stündlich 100—120 Kilogr. Steinkohlen verbrannt werden, den auf dasselbe zu rechnenden Theil des Werthes $\zeta\,\frac{L}{D}$ zu 12. Nach vorstehenden Betrachtungen wird nun:

$$\frac{v^2}{2\,g}\left(1 + \zeta\,\frac{L + H}{D}\right) = 0{,}00367\ t_1\ H,$$

oder

$$v = \sqrt{\frac{2\,gH\ .\ 0{,}00367\ t_1\ .\ D}{D + \zeta\,(L + H)}}.$$

Der Zug im Schornsteine oder die Geschwindigkeit, mit welcher die Feuerluft den Schornstein verläßt, wird hiernach um so größer, je höher die Esse (das Additionalglied ζH im Nenner ist in den gewöhnlich vorkommenden Grenzen von geringerem Belange), je höher die Temperatur, mit welcher die Feuerluft in den Schornstein tritt, und endlich je weiter die Esse ist.

Die mittlere Temperatur der Feuerluft beim Eintritt in den Schornstein soll 250 — 300° C. betragen, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird. Das abgeführte Luftquantum Q_1 von der Temperatur t_1 läßt sich, wenn das auf die Temperatur t^0 reduzirte Luftquantum mit Q bezeichnet wird, ausdrücken durch:

$$Q_1 = Q \left(\frac{1 + 0{,}00367\ t_1}{1 + 0{,}00367\ t} \right).$$

Dasselbe Luftquantum ist aber auch für einen Querschnitt F des Schornsteins = Fv; daher:

$$Q \left(\frac{1 + 0{,}00367\ t_1}{1 + 0{,}00367\ t} \right) = F \sqrt{\frac{2\ gH\ .\ 0{,}00367\ t_1\ D}{D + \zeta\ (L + H)}},$$

strenger

$$Q \left(\frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t} \right) = F \sqrt{\beta\ (t_1 - t)},$$

wenn wir 0,00367 mit α und $\sqrt{\frac{2\ gH\alpha D}{D + \zeta\ (L + H)}}$ mit β bezeichnen.

Dieses Luftquantum wird ein Maximum für:

$$d \left(\frac{\sqrt{t_1 - t}}{1 + \alpha\ t_1} \right) = 0, \text{ oder}$$

$$t_1 = \frac{1}{\alpha} + 2t = 272^0 + 2\ t.$$

Nimmt man die mittlere Temperatur der atmosphärischen Luft t zwischen den Grenzen — 10° und + 20° liegend an, so ergibt sich hieraus, daß ein Schornstein die größte Menge gasförmiger Verbrennungsprodukte abführen kann, wenn dieselben bei ihrem Eintritt in den Schornstein eine Temperatur von 252° — 312°, oder in runden Zahlen, wie oben, von 250° — 300° haben.

Die Weite, welche man dem Schornstein zu geben hat, läßt sich durch folgende Betrachtung ermitteln. Ist die Menge der in der Sekunde durch den Schornstein abzuführenden heißen Luft Q, G das Gewicht des auf dem Herde stündlich verbrannten Brennmaterials und n das Volumen kalter Luft, welches zum Verbrennen einer Gewichtseinheit des Brennmaterials erforderlich ist, so wird:

$$Q = \frac{nG\ (1 + 0{,}00367\ t_1)}{3600}.$$

Dasselbe Volumen ist aber auch Fv; daher

$$\frac{n G (1 + 0{,}00367\ t_1)}{3600} = F \sqrt{\frac{2\ gH\ .\ 0{,}00367\ t_1\ .\ D}{D + \zeta\ (L + H)}}.$$

Für eine quadratische Esse von der Seitenlänge D_1 wird hiernach:

$$D_1 = \sqrt[5]{\frac{n^2\ G^2\ (1 + 0{,}00367\ t_1)^2}{3600^2} \cdot \frac{[D_1 + \zeta\ (L + H)]}{2\ gH\ .\ 0{,}00367\ t_1}}$$

$$= 0{,}0275 \sqrt[5]{\frac{n^2\ G^2\ [D_1 + \zeta\ (L + H)]}{H}},$$

und für eine kreisrunde vom Durchmesser D_2:

$$D_2 = 0{,}0303 \sqrt[5]{\frac{n^2\ G^2\ [D_2 + \zeta\ (L + H)]}{H}},$$

wenn die Temperatur der austretenden Feuerluft zu 300° angenommen wird.

Der Widerstand ζ besteht nach dem Obigen aus zwei Theilen, dem einen beim Durchgange durch das Brennmaterial über dem Roste, welcher 12 D zu setzen ist, und dem anderen beim Durchgange durch die Züge, welchen wir der Einfachheit wegen $\zeta H = 0{,}05\ H$ setzen wollen. Nehmen wir noch Steinkohlen als Brennmaterial an, so ist $n = 36$, wobei vorausgesetzt ist, daß doppelt so viel atmosphärische Luft zuströmen kann, als zur Verbrennung erforderlich ist. Unter diesen Umständen wird

für die quadratische Esse: $D_1 = 0{,}115 \sqrt[5]{\frac{G^2\ (13\ D_1 + 0{,}1\ H)}{H}}$,

" " runde " : $D_2 = 0{,}127 \sqrt[5]{\frac{G^2\ (13\ D_2 + 0{,}1\ H)}{H}}$.

Setzen wir noch das Verhältniß $\frac{H}{D_1} = \alpha$, oder, was dasselbe ist, $\frac{H}{D_2} = \alpha \sqrt{\frac{\pi}{4}}$, so wird:

$$D_1 = 0{,}115 \sqrt[5]{\frac{G^2\ (13 + 0{,}1\ \alpha)}{\alpha}},$$

$$D_2 = 0{,}127 \sqrt[5]{\frac{G^2\ (13 + 0{,}1\ \alpha)}{\alpha}},$$

$$H = 0{,}115\,\alpha \sqrt[5]{\frac{G^2\ (13 + 0{,}1\ \alpha)}{\alpha}}.$$

Setzt man für α einen konstanten, bei allen Schornsteindimensionen gleichen Zahlenwerth ein, so erhält man entweder für kleine Brennmaterialmengen zu niedrige, oder für große Brennmaterialmengen zu hohe Schornsteine. Es scheint deshalb zweckmäßig, diesen Werth zwischen gewissen Grenzen schwanken zu lassen. Wählt man α zwischen 42 und 26, indem man die größeren Werthe für kleinere Brennmaterialmengen und die kleineren Werthe für größere Brennmaterialmengen annimmt, und setzt man ferner die untere Weite der Esse $D_3 = 1{,}5\ D_1$, beziehentlich $D_4 = 1{,}5\ D_2$, sowie nach Redtenbacher die obere Mauerstärke C = 18 Centim. und die untere $C_1 = 18 + 0{,}015\ H_1$, so berechnet sich hiernach folgende Tabelle.

Stündlich verbrannt: Steinkohlen (Kilogramm)	Stündlich verbrannt: Holz (Kilogramm)	α	Höhe des Schornsteins (Meter)	Obere Weite des quadr. (Meter)	Obere Weite des runden (Meter)	Untere Weite des quadr. (Meter)	Untere Weite des runden. (Meter)	Untere Mauerdicke (Centimeter)	Obere Mauerdicke (Centimeter)
10	20	42	10	0,24	0,27	0,36	0,40	33	18
20	40	41	13	0,32	0,36	0,48	0,54	38	
30	60	40	15	0,38	0,43	0,57	0,63	41	
40	80	39	17	0,43	0,48	0,64	0,72	44	
50	100	38	18	0,47	0,53	0,70	0,80	45	
75	150	37	20	0,55	0,62	0,82	0,91	48	
100	200	36	22	0,62	0,70	0,93	1,05	51	
150	300	35	26	0,73	0,83	1,00	1,24	57	
200	400	34	28	0,83	0,93	1,25	1,39	60	
250	500	33	30	0,91	1,03	1,36	1,54	63	
300	600	32	31	0,98	1,11	1,47	1,67	65	
350	700	31	32	1,05	1,19	1,57	1,78	66	
400	800	30	33	1,11	1,26	1,66	1,89	68	
450	900	29	34	1,17	1,33	1,75	2,00	69	
500	1000	28	34	1,23	1,39	1,84	2,09	69	
550	1100	27	35	1,29	1,45	1,93	2,18	71	
600	1200	26	35	1,34	1,51	2,01	2,27	71	

Als Material zu den Schornsteinen verwendet man Ziegelsteine oder Eisenblech; an manchen Orten gestattet das lokale Vorkommen wohl auch die Anwendung von Sandstein oder anderen Bruchsteinen. Für gemauerte Schornsteine wählt man in der Regel die quadratische

Wasser). Die Zeuge werden, nachdem sie bedruckt sind, durch ein Kalkmilchbad passirt.

Die Chromsäure (Bd. III. S. 481) wird am zweckmäßigsten durch Schwefelsäure aus dem doppeltchromsauren Kali abgeschieden, da sie keineswegs, wie dies früher angenommen wurde, sich dabei mit Schwefelsäure chemisch verbindet. Man verfährt nach Traube auf folgende Weise: 1 Theil doppeltchromsaures Kali wird mit 3½ Theilen englischer Schwefelsäure und 2½ Theilen Wasser erwärmt. Beim Erkalten fällt der größte Theil des Kali als doppeltschwefelsaures aus. Die von den Krystallen abgegossene Flüssigkeit vermischt man mit 4 Theilen Schwefelsäure, weil in einer viel freie Schwefelsäure enthaltenden Flüssigkeit die Chromsäure schwerlöslich ist. Aus der bis zur Krystallhaut abgedampften Flüssigkeit krystallisirt dann Chromsäure; ein großer Theil bleibt aber noch gelöst, und darum verwendet man die Mutterlauge zweckmäßig zur Zersetzung neuer Mengen von chromsaurem Kali. Der abgeschiedenen Chromsäure hängt noch schwefelsaures Kali und freie Schwefelsäure an. Um sie davon zu trennen, legt man sie auf einen Ziegelstein und so oft auf einen neuen, bis sie trocken erscheint, dann löst man sie von neuem in Wasser, setzt Schwefelsäure zu, bis Chromsäure gefällt wird, dampft bis zur Krystallhaut ab und verfährt wie vorhin. Dadurch entfernt man besser als durch bloßes Umkrystallisiren aus reinem Wasser das schwefelsaure Kali, welches in der Mutterlauge bleibt; die freie Schwefelsäure kann schließlich, wenn es nöthig erscheinen sollte, durch Auflösen in reinem Wasser und Abdampfen zur Krystallisation getrennt werden.

Mit den Basen bildet die Chromsäure neutrale, saure und basische Salze, deren Farbe vorherrschend zitronengelb, orange oder gelbroth ist. Besonders wichtig sind das neutrale und saure chromsaure Kali, das neutrale und basische chromsaure Bleioxyd, das chromsaure Zinkoxyd, das chromsaure Kupferoxyd und Kupferoxydammoniak.

Der Ausgangspunkt für die Darstellung der ebengenannten Salze, wie der Chromverbindungen überhaupt, ist das saure chromsaure Kali, welches man direkt aus dem Chromeisenstein erzeugt. Dieser, vor allen Dingen fein gemahlen, wurde früher ausschließlich durch Potasche und Salpeter, oder Salpeter allein, wie Bd. III. S. 486 beschrieben, zersetzt. In der neuern Zeit hat man dazu andere Vorschriften gegeben,

welche eine vollständigere Aufschließung, als sie das Kali bewirkt, und dadurch, daß man die Wirkung der Salpetersäure durch den Sauerstoff der Luft verrichten läßt, Ersparniß überhaupt bezwecken. Als ganz besonders wirksam zur Aufschließung und die höhere Oxydation des Chromoxyds vermittelnd, hat sich der Kalk erwiesen und darauf gegründet hat Jacquelain zwei Vorschriften gegeben. Nach der einen wird Chromeisenstein mit Kreide allein gemengt und 9 bis 10 Stunden in einem Flammofen, dünn ausgebreitet, unter öfterem Wenden, geglüht. Dadurch geht alles Chromoxyd in chromsauren Kalk über, und daß dies geschehen sey, erkennt man an der vollständigen Löslichkeit der geglühten Masse in Salzsäure. Das Röstprodukt wird fein gemahlen, mit kochendem Wasser und Schwefelsäure in geringem Ueberschusse angerührt, der entstandene Gyps von der Lösung des gebildeten doppeltchromsauren Kalkes getrennt, das mitgelöste Eisenoxyd durch Digestion mit Kreide entfernt und schließlich durch kohlensaures (oder schwefelsaures?) Kali der Kalk abgeschieden. Da das doppeltchromsaure Kali sehr leicht krystallisirt, so erhält man durch Abdampfen der Lösung leicht reine Krystalle. Die zweite Vorschrift Jacquelain's weicht von der ersten darin ab, daß der Chromeisenstein, ungemahlen, geglüht und glühend in Wasser geworfen wird, wodurch er zu Pulver zerfällt. Nur die hierbei noch bleibenden größeren Körner müssen schließlich gemahlen werden; dadurch wird an Zeit und Arbeit erspart. Sodann wird das Pulver nicht mit Kreide allein, sondern mit 44 Prozent Potasche und 90 Prozent Kreide, und zwar in ganz besonders zu diesem Zwecke eingerichteten Retorten, geglüht und endlich durch Auskochen des Glühproduktes mit Wasser neutrales chromsaures Kali erhalten, welches durch Zusatz eines halben Aequivalentes Schwefelsäure unter Bildung von einer entsprechenden Menge schwefelsauren Kalis, in saures Salz verwandelt werden muß. Dadurch kann offenbar keine Ersparniß erzielt werden und deshalb ist die erste Vorschrift, wenn man die mechanische Zertheilung des Chromeisensteins durch glühendes Ablöschen bewirkt, wohl jedenfalls vorzuziehen. Andere Vorschriften suchen die Potasche durch eine billigere Kaliverbindung oder durch Natron zu ersetzen. So schreibt Tilghman vor, den Chromeisenstein mit Kalifeldspath oder mit schwefelsaurem Kali, oder Chlorkalium und Kalk zu glühen. Nach Swindell wird derselbe mit Kochsalz unter Zutritt überhitzter Wasserdämpfe geröstet, und nach Colvert

mit Natronkalk (einem Gemenge von Aetznatron und Aetzkalk) und Natronsalpeter geglüht. In allen Fällen wird nach dem Rösten und Glühen mit Wasser ausgelaugt und durch Krystallisiren, wenn nöthig auch Umkrystallisiren, die chromsaure Verbindung von fremden Beimengungen gereinigt. Die Reindarstellung der Natronverbindung ist jedoch schwierig, weil sowohl das neutrale, als das saure chromsaure Natron sehr leicht löslich ist.

Das neutrale chromsaure Kali wird gewöhnlich aus dem sauren durch Sättigen mit kohlensaurem Kali dargestellt; im übrigen s. Bd. III. S. 482. Oekonomisch vortheilhaft ist es, mit kohlensaurem Natron zu neutralisiren, weil für die meisten Verwendungen des neutralen Salzes die Gegenwart des Natrons in der Verbindung nicht störend ist.

Das basische chromsaure Bleioxyd, Chromroth (Bd. III. S. 492) besitzt, auf trocknem Wege dargestellt, eine zinnoberrothe Farbe und wird deshalb auch Chromzinnober genannt. Man erhält es dadurch, daß man in schmelzenden Salpeter so lange neutrales chromsaures Bleioxyd (Bd. III. S. 491) einträgt, als noch ein Aufschäumen Statt findet. Das Kali des schmelzenden Salpeters entzieht dem neutralen Salze ein Atom Chromsäure, es bildet sich neutrales chromsaures Kali und basisches chromsaures Bleioxyd: $2(CrO_3\,PbO) + NO_5\,KO$ gibt $CrO_3\,KO + CrO_3\,2PbO$; die Salpetersäure, in Sauerstoff und Stickoxyd zerfallend, schützt das chromsaure Bleisalz vor einer theilweisen Reduktion.

Auf nassem Wege kann man es nach Runge wohlfeil und schön aus basischem Chlorblei und doppeltchromsaurem Kali erhalten. Man mengt zu diesem Zweck 60 Kochsalz recht innig mit 448 Bleiglätte und 500 lauwarmem Wasser. Unter starkem Aufquellen wird die Masse bald weiß und nach vier Tagen ist sie durch und durch in basisches Chlorblei verwandelt, während Aetznatron sich gleichzeitig bildet: $ClNa + 4PbO + xHO = ClPb + 3(PbO\,,HO) + NaO\,,HO$; während Aetznatron sich gleichzeitig bildet. Das Aufquellen der Glätte macht ein wiederholtes Zugießen von Wasser nöthig, weil sonst die Masse steinhart werden würde. Ohne die natronhaltige Flüssigkeit abzugießen, setzt man endlich 151 doppeltchromsaures Kali feingepulvert (bequemer wäre wohl, es zuvor in der abgegossenen Flüssigkeit warm zu lösen) zu und mengt es innig damit. Dadurch bildet sich

ein basisches chromsaures Bleioxyd von der Zusammensetzung des auf trocknem Wege bereiteten, dessen überschüssige Basis sich aber jedenfalls im Hydratzustande befindet: $PbCl, 3(PbO, HO) + 2CrO_3, KO + NaO, HO = KCl + NaO, HO + 2CrO_3, 4PbO, 2HO$.

Aus dem neutralen chromsauren Bleioxyde soll man nach Smith durch Erhitzen mit Salmiak Farben hervorbringen können, welche sowohl nach dem Grade der Erhitzung, als nach dem Verhältnisse zwischen Salmiak und chromsaurem Bleioxyd sehr verschieden sind. Ein Gemenge von 1 Salmiak und 5 chromsaurem Bleioxyd bis zum Rothglühen erhitzt, wird roth; von 10 Salmiak und 1 chromsaurem Bleioxyd, bis zum Siedepunkt des Wassers erhitzt, blau; dagegen bis zum Rothglühen, grün. Außerdem sollen aber durch weitere Abänderung der Mengenverhältnisse und Temperatur Scharlach, Orange, Braun und Purpur sich erzeugen lassen. Die Ursache dieser Farbenerscheinungen ist zwar noch nicht nachgewiesen, liegt aber wahrscheinlich in einer mehr oder weniger vollständigen Reduktion der Chromsäure durch das Ammoniak des Salmiaks und dem Auftreten der blauen und grünen Modifikation des Chromoxyds, sowie der Bildung von Chromchlorid.

Chromsaures Kupferoxyd wird in neuerer Zeit in den Druckereien anstatt des chlorsauren Kali als Oxydationsmittel bei Dampffarben, sowie als Aetzbeize und in der Woll- und Baumwollfärberei als Mordant benutzt. Es wird gewöhnlich als Lösung in den Handel gebracht und kann nach Zimmermann aus Kupfervitriol und chromsaurem Bleioxyd dargestellt werden. Die Lösung des ersteren $(CuO, SO_3, 5HO)$ wird unter öfterem Umrühren längere Zeit mit chromsaurem Bleioxyd digerirt, wodurch schwefelsaures Bleioxyd und chromsaures Kupferoxyd entsteht. Die Lösung des letzteren wird vom ersteren abgegossen und durch Abdampfen konzentrirt, wobei sie eine schöne dunkelgrüne Farbe annimmt.

Chromsaures Kupferoxydammoniak erhält man aus dem vorigen, wenn man der Lösung so lange Aetzammoniak zusetzt, bis der anfänglich entstandene Niederschlag sich wieder gelöst hat; die Flüssigkeit ist gleichfalls dunkelgrün gefärbt.

Mit Chlor verbindet sich das Chrom in zwei Verhältnissen zu Chromchlorür, $Cr\underline{Cl}$, und Chromchlorid, Cr_2Cl_3. Das Chlorid kann wie das Oxyd und seine Verbindungen in einer violetten

und einer grünen Modifikation erhalten werden; das Chlorür ist weiß, löst sich in Wasser mit blauer Farbe und nimmt schnell Sauerstoff aus der Luft auf. Das wasserfreie Chlorid erhält man von violetter Farbe, wenn man Chromoxyd und Kohle, innig gemengt, zum Glühen erhitzt und einen Strom von Chlorgas darüber leitet. Durch Erhitzen dieses Chlorids in einem Wasserstoffstrome entsteht das Chlorür.

Eine technische Benutzung findet nur das grüne, wasserhaltige Chlorid. Dieses entsteht aus dem wasserfreien, wenn man es in kochendem Wasser löst (in kaltem ist es unlöslich), aber auch durch kaltes Wasser, wenn man demselben nur eine ganz geringe Menge Chromchlorür beimischt. Einfacher erhält man die Auflösung desselben, wenn man Chromoxyd in Salzsäure löst und die Lösung mit einem Ueberschusse des ersteren digerirt.

Für den Gebrauch in der Kattundruckerei zur Herstellung eines Seegrün schreibt v. Kurrer folgende Bereitungsart vor: man löse 8 Pfund doppeltchromsaures Kali in 46 Pfund Wasser und koche 9 Pfund gepulverten weißen Arsenik mit 250 Pfund Wasser 10 Minuten lang (wenn die Lösung der arsenigen Säure erfolgen soll, so setzt man das Kochen besser längere Zeit fort). Die klare filtrirte Lösung des weißen Arseniks vermischt man mit der des doppeltchromsauren Kali. Die arsenige Säure reduzirt die Chromsäure zu Chromoxyd, indem sie selbst in Arseniksäure übergeht, und es entsteht deshalb nach einiger Zeit ein Niederschlag von Oxydhydrat; die Arseniksäure verbindet sich mit dem Kali. Der Niederschlag wird abfiltrirt, ausgewaschen und, wie vorhin schon angeführt, in Salzsäure gelöst. Um jedoch die freie Säure vollständig abzustumpfen, wird schließlich die Lösung noch so lange mit Aetzlauge von Kali oder Natron versetzt, bis ein Niederschlag von Chromoxyd sich zu bilden anfängt. Die so erhaltene Lösung wird nun auf 46° Baumé eingedampft.

W. Stein.

Dampf.

(Bd. III. S. 493.)

Unter Dampf im gewöhnlichen Sinne (auch gesättigtem Dampf, Dampf im Maximum der Dichtigkeit) versteht man diejenige elastische oder luftförmige Flüssigkeit, in welche eine tropfbare Flüssigkeit durch Aufnahme von Wärme sich verwandelt hat, und

die durch die geringste Entziehung von Wärme zum Theil wieder in den tropfbaren Zustand übergeht. Von dieser Beschaffenheit ist der Dampf so lange, als er mit der Flüssigkeit, aus welcher er sich entwickelte, noch in Berührung steht. Von dieser Flüssigkeit abgeschlossen, verhält sich der Dampf bei weiterer Einwirkung der Wärme den Gasen gleich, und heißt dann überhitzter Dampf (s. im Hauptwerke, Bd. III. S. 494). Das Entstehen und Bestehen des Dampfes erklärt man durch die Annahme, daß die Moleküle der tropfbaren Flüssigkeit durch den Hinzutritt der Wärme eine Repulsivkraft bekommen, wodurch sie streben, sich von einander zu entfernen; oder falls dieser Entfernung Grenzen gesetzt werden, sich in der ein Mal erreichten Entfernung von einander zu erhalten. Es entsteht nur Dampf, wenn Raum vorhanden ist, in welchem jene Ausdehnung vor sich gehen kann; ist daher die dampferzeugende Flüssigkeit mit irgend einem Medium von bestimmter Elastizität umgeben, so kann erst dann die Dampfbildung (das Sieden) beginnen, wenn der tropfbaren Flüssigkeit so viel Wärme zugeführt worden ist, daß die Repulsivkraft der Moleküle jener Elastizität gleichkommt, weil erst dann der Dampf das umgebende Medium verdrängt. Diese Repulsivkraft nennt man den Druck, die Pressung, oder die Elastizität des Dampfes. Befindet sich der Dampf in einem geschlossenen Gefäße, so übt er seinen Druck gegen die widerstehenden Wände des Gefäßes aus, und es wird dieser Druck gemessen durch die Höhe von Quecksilber- oder Wassersäulen; oder, was das gebräuchlichere ist, durch Angabe der Atmosphären (1 Atmosphäre = $0^m,76$ = 28 Pariser Zoll = 30 Zoll engl. Quecksilberhöhe), so wie auch durch Angabe des Gewichtes, mit welchem der Dampf auf jede Flächeneinheit der Gefäßwände drückt. (1 Atmosphäre = 1,033 Kilogramm pro Quadratcentimeter, oder 15 Pfund pro Quadratzoll engl.)

Der Druck der luftförmigen Flüssigkeiten, sowohl der Dämpfe als der Gase, welche sich in verschlossenen Gefäßen befinden, wächst mit der Wärmequantität, welche ihnen zugeführt wird. Das Wachsen des Drucks ist bei Dämpfen, welche mit der erzeugenden Flüssigkeit in Berührung sind und bei Gasen, für gleiche zugeführte Wärmemengen sehr verschieden; so nimmt für eine Temperaturerhöhung von 0° bis 100° Cels. der Druck atmosphärischer Luft wie 1 : 1,3665 zu; während der Druck des Wasserdampfes bei einer gleichen Temperatur-

erhöhung, dadurch daß von neuem Wasser verdampft, von 1 auf 157 (im Mittel aus verschiedenen Beobachtungen) wächst. Während also bei gedachter Vermehrung der Wärme die Dichtigkeit oder das Gewicht der Kubikeinheit des Gases dieselbe bleibt, nimmt die des Dampfes zu; so ist Wasserdampf bei 100° C. etwa 1700 Mal leichter als ein gleiches Volumen Wasser; dagegen ist Wasserdampf von 200° C. nur etwa 144 Mal leichter als Wasser.

Wird in einem offenen Gefäße, also unter dem Druck einer Atmosphäre, Wasser von 0° dem Feuer ausgesetzt, so steigt die Temperatur des Wassers von 0° bis 100°, bevor die Dampfbildung ihren Anfang nimmt. Um die hierzu erforderliche Wärmemenge messen zu können, hat man angenommen [1], es werde zur Steigerung der Temperatur des Wassers um jeden einzelnen Thermometergrad dieselbe Wärmemenge gebraucht; und man nennt Wärmeeinheit diejenige Wärme, welche nöthig ist, die Temperatur einer Gewichtseinheit Wasser um einen Grad zu erhöhen. So verstehen die französischen Physiker unter Wärmeeinheit oder Calorie dasjenige Wärmequantum, welches 1 Kilogramm Wasser um 1° C. erwärmt. Hat das im offenen Gefäße befindliche Wasser 100° C. erreicht, so ist ein ferneres Zuführen von Wärme nicht im Stande, die Temperatur noch mehr zu steigern; es wird diese Wärme mithin lediglich zur Dampfbildung in Anspruch genommen, und der entstehende Dampf zeigt ebenfalls 100°. Es sind viele Versuche angestellt worden, um zu ermitteln, wie viel Wärme (latente oder Verdampfungswärme) dem Wasser über jene 100° (sensibele Wärme) hinaus zugeführt werden müsse, um dasselbe ganz in Dampf zu verwandeln. In der Mitte des vorigen Jahrhunderts versuchten Black und Irvine dies Wärmequantum dadurch zu bestimmen, daß sie beobachteten, um wie viel Grad die Temperatur eines Quantums Wasser von 0° dadurch stieg, daß der aus einem anderen Quantum Wasser entwickelte Dampf in jenem sich kondensirte; sie fanden die Wärme, welche lediglich zur Dampfbildung gedient hatte, 4½ Mal so groß, als die zur Erwärmung des Wassers von 0° auf 100° erforderliche; hiernach würden zur Verdampfung eines Wasserquantums von 0° eben so viel Wärmeeinheiten erfordert, wie nöthig sein würden, um, wenn keine Ver-

[1] In wiefern diese Annahme richtig sey, davon weiter unten.

dampfung Statt fände, dasselbe Quantum von 0° auf 100° + 450° zu erwärmen. Diese Zahl stellte sich bald als zu klein heraus; so fand Watt 1765 bis 1781 statt derselben 100° + 533°. Rumford und Ure fanden resp. 100° + 570° und 100° + 493°. Nach Dulong ist 100° + 543°, nach Brix 100° + 540° die richtige Zahl. Versuche von Despretz bestätigten die von Brix gefundene Zahl. In der Praxis wurde gewöhnlich die Zahl 100 + 550 gebraucht. (Für Alkohol, Aether und Terpentin fand Despretz die latente Wärme beziehungsweise = 208°, 91° und 77°.) Die großen Verschiedenheiten in den Angaben der latenten Wärme des Wasserdampfs waren in der Schwierigkeit begründet, bei den Versuchen mit zum Theil sehr mangelhaften Apparaten die durch Abkühlungen und andere Gründe entstehenden Fehler gehörig zu würdigen. Erst in neuster Zeit sind auf Veranlassung der französischen Regierung von Regnault Versuche der ausgedehntesten Art mit Apparaten, welche Fehler fast unmöglich machten, angestellt worden. Aus diesen Versuchen ergibt sich die fragliche Zahl zu 536,67, so daß also zur Verdampfung von 1 Kilogramm Wasser von 0° unter dem Drucke einer Atmosphäre 100 + 536,67 Calorien erforderlich sind.

Befindet sich über dem Spiegel des verdampfenden Wassers eine größere Pressung als die einer Atmosphäre, so tritt die Dampfentwicklung bei einer höheren Temperatur als 100° ein; es kann sich z. B. unter einer Pressung von 2 Atmosphären nur dann Dampf entwickeln, wenn die Temperatur des Wassers auf 120,6° gestiegen ist, und es besitzt der dann entstehende Dampf dieselbe Temperatur; bei 4 Atmosphären ist die sensibele Wärme 144°, bei 8 Atmosphären 170,8° u. s. w. Nach dem Watt'schen Gesetze, so wie nach Clement-Desormes ist diejenige Wärmequantität, welche zur Verdampfung eines Quantums Wasser von 0° nöthig ist, also die Summe der sensibelen und latenten Wärme eine konstante Größe, gleichviel unter welchem Druck die Verdampfung vor sich geht. Hiernach würde, wenn man die latente Wärme des Dampfs von einer Atmosphäre zu 550 annimmt, die latente Wärme des Dampfs

von 2 Atmosphären sein 550 + 100 — 120,6 = 529,4
von 4 „ „ „ 550 + 100 — 144 = 506
von 8 „ „ „ 550 + 100 — 170,8 = 479,2 u. s. w.

Nach diesem Gesetze nimmt die latente Wärme des gesättigten Wasser-

dampfs desto mehr ab, je höher die Temperatur oder die Pressung des Dampfs steigt, und es würde hiernach die latente Wärme für Dampf von 650° gleich Null sein.

Nach dem Gesetze von Southern ist dagegen für alle Pressungen des Wasserdampfs die latente Wärme eine konstante Größe, so daß die gesammte zur Erzeugung des Dampfs aus Wasser von 0° erforderliche Wärmequantität für verschiedene Pressungen verschieden ist. Läßt man wieder 550 als die latente Wärme des Wasserdampfs von 100° gelten, so würden hiernach die Wärmemengen zur Erzeugung von Dampf aus Wasser von 0° sich aus der Formel:

$$P\ (550 + t)$$

ergeben, worin P das Gewicht des verdampften Wassers und t die sensibele Wärme oder die Temperatur des Dampfs bezeichnet. Hiernach würde die latente Wärme für Dampf von 650° nicht gleich Null, sondern, wie auch für jede andere Temperatur, = 550 sein.

Der Grund, daß diese so überaus verschiedenen Annahmen so lange neben einander bestehen konnten, ohne entscheidende Versuche zu veranlassen, liegt hauptsächlich darin, daß es in den meisten Fällen der praktischen Anwendung ziemlich gleich bleibt, ob man sich der einen oder anderen Annahme bedient. In der Praxis kommen Dämpfe über 8 Atmosphären nicht leicht in Frage, und bei diesem Druck bekommt man das im Dampfe enthaltene Wärmequantum nur um $^1/_9$ verschieden, je nachdem man der einen oder anderen Hypothese folgt. Die entscheidenden Versuche Regnault's ergaben die Unrichtigkeit beider Hypothesen und zeigten, daß die Wahrheit ziemlich in der Mitte liegt.

Die ersten Versuche über den Zusammenhang zwischen Temperatur und Pressung des gesättigten Wasserdampfs waren sehr wenig erschöpfend, indem dieselben sich hauptsächlich auf niedrigere Pressungen beschränkten, als die der atmosphärischen Luft; es sind hier die Beobachtungen von Southern, Ure und Dalton zu nennen. Taylor's Versuche erstreckten sich freilich auch auf Pressungen von 4 bis 5 Atmosphären; über diesen Druck hinaus gab es indeß nur vereinzelte und nicht zuverlässige Angaben. Für Dämpfe unter 1 Atmosphäre sind die Bestimmungen von Gay-Lussac anzuführen, welche nachstehende Tafel enthält.

Temperatur in Graden des 100theiligen Thermometers	Pressung in Kilogrammen auf 1 □ Centimeter.	Temperatur in Graden des 100theiligen Thermometers	Pressung in Kilogrammen auf 1 □ Centimeter.	Temperatur in Graden des 100theiligen Thermometers.	Pressung in Kilogrammen auf 1 □ Centimeter.
— 20°	0,0018	31°	0,0440	66°	0,25986
— 15	0,0026	32	0,0465	67	0,27196
— 10	0,0036	33	0,0492	68	0,28456
— 5	0,0050	34	0,0520	69	0,29761
0	0,0069	35	0,0549	70	0,31121
+ 1	0,0074	36	0,0581	71	0,32532
2	0,0078	37	0,0612	72	0,33996
3	0,0084	38	0,0646	73	0,35518
4	0,0089	39	0,0681	74	0,37094
5	0,0094	40	0,0720	75	0,39632
6	0,0101	41	0,0758	76	0,40428
7	0,0107	42	0,0799	77	0,42184
8	0,0114	43	0,08418	78	0,44004
9	0,0122	44	0,08916	79	0,45888
10	0,0129	45	0,09340	80	0,47834
11	0,0137	46	0,09835	81	0,49860
12	0,0146	47	0,10353	82	0,51950
13	0,0155	48	0,10900	83	0,54110
14	0,0165	49	0,11662	84	0,56345
15	0,0170	50	0,12056	85	0,58632
16	0,0186	51	0,12676	86	0,61036
17	0,0197	52	0,13325	87	0,63498
18	0,0209	53	0,13999	88	0,66040
19	0,0222	54	0,14710	89	0,68661
20	0,0235	55	0,15449	90	0,71364
21	0,0250	56	0,16220	91	0,74152
22	0,0265	57	0,17035	92	0,77026
23	0,0281	58	0,17866	93	0,79986
24	0,0297	59	0,18736	94	0,83035
25	0,0314	60	0,19653	95	0,86172
26	0,0334	61	0,20610	96	0,89402
27	0,0353	62	0,21586	97	0,92736
28	0,0374	63	0,22639	98	0,96138
29	0,0396	64	0,23758	99	0,99448
30	0,0418	65	0,24823	100	1,03253

Im Jahre 1818 wurden von Arzberger die ersten werthvollen Versuche über die Temperatur und Dichtigkeit der Wasserdämpfe bei

höheren Pressungen angestellt, welche sich bis über 20 Atmosphären erstreckten (s. Bd. III unsers Hauptwerkes, S. 496). Sind die Beobachtungen der Pressung durch ein Ventil an sich nicht im Stande, auf große Genauigkeit Anspruch zu machen, so war auch der Umstand, daß das Thermometer der zusammendrückenden Kraft des Dampfs ausgesetzt wurde, ein Grund, die Zuverlässigkeit der Resultate zu beeinträchtigen; in der That zeigen sich die von Arzberger gefundenen Temperaturen zu hoch.

Einige Jahre später, 1823, erhielt die Akademie der Wissenschaften zu Paris von der französischen Regierung den Auftrag, großartige Versuche über den Zusammenhang zwischen Temperatur und Pressung bei hochgespannten Wasserdämpfen anzustellen [1]. Sie setzte behuf der Erledigung des Auftrages eine Kommission nieder, in der sich Arago und Dulong befanden, welche die Ausführung der Versuche übernahmen. Da möglichst genaue Resultate erreicht werden sollten, so beschloß man anfangs, die Pressungen des in einem besonders stark konstruirten Kessel erzeugten Dampfs direkt durch eine Quecksilbersäule zu messen, und es wurde zu dem Ende ein circa 25 Meter hohes Rohr in einem Thurme der alten Kirche St. Geneviève zu Paris aufgestellt, welches, um an allen Stellen ablesen zu können, ganz aus einzelnen mit einander entsprechend verbundenen Glasröhren bestand. Man gab es indeß wieder auf, den Dampfdruck direkt durch die Quecksilbersäule zu bestimmen, weil man befürchtete, bei plötzlicher Verringerung der Dampfspannung würde der in dem Rohre entstehende hydraulische Widder das Glasrohr in den unteren Theilen zertrümmern; man konstruirte vielmehr in Verbindung mit dem Quecksilbergefäße des großen oben offenen Rohres, ein oben geschlossenes Luftmanometer, welches, um die darin befindliche Luft stets auf demselben Temperaturgrade zu erhalten, von einer weiteren Glashülle umgeben war, durch die sich ein möglichst auf gleicher Temperatur erhaltener Wasserstrom bewegte, dessen Temperatur durch ein

[1] Fast gleichzeitig wurden von einer Kommission in den vereinigten Staaten Nordamerika's ähnliche Versuche angestellt, welche indeß nur bis zu 10 Atm. reichten, und deren Resultate von denen der französischen Kommission nicht unbedeutend abwichen. Den Grund zu diesen Verschiedenheiten findet Regnault darin, daß Quecksilberthermometer weit über den Siedepunkt hinaus die Temperatur verschieden angeben.

besonderes Korrektionsthermometer angezeigt wurde. Mit Hülfe einer Druckpumpe wurde dann Spannung in das Quecksilbergefäß gebracht, wodurch gleichzeitig das Quecksilber in dem offenen Rohre steigen und in dem Manometerrohre die Luft zusammenpressen mußte. In geeigneter Weise wurde so das geschlossene Manometerrohr für die verschiedenen Druckhöhen im offenen Rohre richtig graduirt, und zwar bis zu 27 Atmosphären. Bei dieser Gelegenheit bestätigte sich bis zu 27 Atmosphären die Richtigkeit des Mariotteschen Gesetzes für atmosphärische Luft, wonach die Pressungen eines Gases, bei gleichbleibender Temperatur sich genau umgekehrt verhalten, wie die Räume, welche es einnimmt. Die Abweichungen der beobachteten Luftvolumina von den nach dem genannten Gesetze berechneten betrugen bei den Versuchen von Arago und Dulong nicht über $^1/_{100}$, und es war in der Größe der Abweichungen keinerlei Regelmäßigkeit zu erkennen.[1]

Die Versuche mit Wasserdampf wurden nun in der Weise angestellt, daß man den Dampfdruck statt der Druckpumpe auf das in dem Gefäße befindliche Quecksilber wirken ließ, und an dem graduirten geschlossenen Manometerrohre die Pressungen, dagegen an zwei im Kessel befindlichen Quecksilberthermometern die zugehörigen Temperaturgrade ablas. Diese Thermometer befanden sich in mit Quecksilber gefüllten Flintenläufen, von denen der eine bis in's Wasser des Kessels tauchte, während der andere nur von Dampf umgeben war. Die Thermometerskalen waren außen sichtbar, und es konnte der Dampfdruck keine Zusammendrückung der Thermometerwände veranlassen. Die aus den Flintenläufen hervorragenden Stiele der Thermometer waren horizontal gebogen und von fließendem Wasser umgeben, dessen Temperatur der Korrektion wegen wieder durch besondere Thermometer beobachtet wurde. Es braucht kaum bemerkt zu werden, daß das Steigen und Fallen des Quecksilberspiegels in dem Gefäße des Manometers besonders beobachtet wurde. Die an den beiden Thermometern beobachteten Temperaturen waren so wenig von einander abweichend, daß die Experimentatoren zu der Ueberzeugung gelangten, es sei die Temperatur des Wassers im Kessel stets mit der des Dampfes übereinstimmend.

[1] Nach den späteren Versuchen von Regnault ist das Mariotte'sche Gesetz weder für atmosphärische Luft, noch für andere Gase vollkommen richtig.

Aus 30 der besten Versuche innerhalb der Grenzen von 2 bis 24 Atmosphären wurde folgende Relation abgeleitet:

$$e = (1 + 0{,}7153\ t)^5,$$

worin e die Dampfspannung in Atmosphären von 0,^{m}76 Quecksilber und t die Temperatur des Dampfs von 100° Cels. an gerechnet bedeutet, so daß für Dampf unter 100° t negativ wird; 100° sind dabei als Einheit genommen, und würde sonach Dampf von 190° eine Pressung haben

$$e = (1 + 0{,}7153\ .\ 0{,}9)^5$$

Diese Formel diente dazu, eine Tabelle zu berechnen, welche die Pressung und Temperatur des Wasserdampfs von 1 bis 50 Atmosphären enthielt;[1] es ist jedoch dabei zu bemerken, daß zur Berechnung der Tabelle von 1—4 Atmosphären die Tredgold'sche Formel, welche an dieser Stelle besser mit den Beobachtungen stimmte, gebraucht wurde.

Nachstehende Formeln zur Bestimmung der Temperatur des gesättigten Wasserdampfs aus der Pressung, oder umgekehrt, sind zum praktischen Gebrauch zu empfehlen. Der Druck p ist darin in Kilogrammen pro Quadratcentimeter und die Temperatur t in Centesimalgraden von 0° an gerechnet ausgedrückt.

1) Formel von Southern für Dämpfe unter 100°:

$$p = 0{,}0034542 + \left(\frac{46{,}278 + t}{145{,}360}\right)^{5,13}$$

$$t = 145{,}36 \sqrt[5,13]{p - 0{,}0034542} - 46{,}278$$

2) Formel von Tredgold, modifizirt von Mellet, für Spannungen von 1 bis 4 Atmosphären:

$$p = \left(\frac{75 + t}{174}\right)^6$$

$$t = 174 \sqrt[6]{p} - 75$$

3) Formel von de Pambour für dieselben Spannungen:

$$p = \left(\frac{72{,}67 + t}{171{,}72}\right)^6$$

$$t = 171{,}72 \sqrt[6]{p} - 72{,}67$$

[1] Diese Tabelle findet sich im III. Bande unseres Hauptwerkes, S. 505.

4) Die Formel von Arago und Dulong für 4 bis 50 Atmosphären, in bequemerer Gestalt:

$$p = (0,28658 + 0,0072003\ t)^5$$

$$t = 138,883 \sqrt[5]{p} - 39,802$$

Man ersieht hieraus, daß man sich für Dämpfe von sehr verschiedenen Pressungen nicht derselben Formel bedienen darf. Die bis zum äußersten Grade der Genauigkeit getriebenen Versuche von Regnault und von Magnus, welche gleichzeitig 1844 veröffentlicht wurden, lassen ihrer Uebereinstimmung wegen zwar nichts zu wünschen übrig; indeß führten auch sie nicht zur Auffindung einer Formel, wodurch das Naturgesetz für alle auch weit über die Grenze der Beobachtung hinaus gehenden Pressungen dargestellt würde. Regnault gibt sogar für die Reihe seiner Beobachtungen drei verschiedene Formeln an.

Der Grund, welchen Regnault für die Nothwendigkeit seiner Versuche anführt, ist der, daß die Physiker sich bisher bei den Beobachtungen gewöhnlicher Quecksilberthermometer bedient hatten, deren Skalen nach Festlegung des Nullpunktes durch schmelzendes Eis und des Siedpunktes durch kochendes Wasser bei einem Barometerstande von 760^{mm} graduirt waren. Regnault findet durch die zahlreichsten Versuche, daß weder Quecksilber noch Glas die Eigenschaft besitzen, sich für gleiche Temperaturintervalle an verschiedenen Stellen der Skale gleichmäßig auszudehnen, und daß es, abgesehen hiervon, kaum möglich ist, zwei Quecksilberthermometer so anzufertigen, daß sie über 100° hinaus vollkommen übereinstimmend gehen. Er bediente sich daher bei höheren Temperaturen der Luftthermometer; denn da die Luft sich 160 Mal mehr als Glas ausdehnt, während Quecksilber sich nur 7 Mal mehr ausdehnt, so leuchtet ein, daß die Fehler, welche in der verschiedenen Ausdehnung des Glases liegen, bei Anwendung von Luft bedeutend verringert werden. Außerdem wurde bei den Regnault'schen Versuchen nichts versäumt, denselben die äußerste Genauigkeit zu sichern; jeder fragliche Punkt bei Konstruktion und Wahl der Apparate wurde durch die sorgfältigsten Voruntersuchungen entschieden.

Pressungen des Wasserdampfs von — 32° bis + 100° nach Regnault.

Temperatur in Centigraden.	Pressungen in Quecksilbersäulen.	Pressungen in Kilogrammen pro □ Centimeter.	Temperatur in Centigraden.	Pressungen in Quecksilbersäulen.	Pressungen in Kilogrammen pro □ Centimeter.
— 32°	0,310 mm.	0,0004 kil.	+ 1°	4,940 mm.	
— 31	0,336		2	5,302	
— 30	0,365	0,0005	3	5,687	
— 29	0,397		4	6,097	
— 28	0,431		5	6,534	
— 27	0,468		6	6,998	
— 26	0,509		7	7,492	
— 25	0,553		8	8,017	
— 24	0,602		9	8,574	
— 23	0,654		10	9,165	0,0125 kil.
— 22	0,711		11	9,792	
— 21	0,774		12	10,457	
— 20	0,841	0,0011	13	11,162	
— 19	0,916		14	11,908	
— 18	0,996		15	12,699	
— 17	1,084		16	13,536	
— 16	1,179		17	14,421	
— 15	1,284		18	15,357	
— 14	1,398		19	16,346	
— 13	1,521		20	17,391	0,0233
— 12	1,656		21	18,495	
— 11	1,803		22	19,659	
— 10	1,963	0,0027	23	20,888	
— 9	2,137		24	22,184	
— 8	2,327		25	23,550	
— 7	2,533		26	24,988	
— 6	2,758		27	26,505	
— 5	3,004		28	28,101	
— 4	3,271		29	29,782	
— 3	3,553		30	31,548	0,0429
— 2	3,879		31	33,406	
— 1	4,224		32	35,359	
0	4,600	0,0062	33	37,411	

Temperatur in Centigraden.	Pressungen in Quecksilbersäulen.	Pressungen in Kilogrammen pro □ Centimeter.	Temperatur in Centigraden.	Pressungen in Quecksilbersäulen.	Pressungen in Kilogrammen pro □ Centimeter.
34°	39,565 mm		68°	213,596 mm	
35	41,827		69	223,165	
36	44,201		70	233,093	0,3167 kil.
37	46,691		71	243,393	
38	49,302		72	254,073	
39	52,039		73	265,147	
40	54,906	0,0746 kil.	74	276,624	
41	57,910		75	288,517	
42	61,055		76	300,838	
43	64,346		77	313,600	
44	67,790		78	326,811	
45	71,391		79	340,488	
46	75,158		80	354,643	0,4818
47	79,093		81	369,287	
48	83,204		82	384,435	
49	87,499		83	400,101	
50	91,982	0,1250	84	416,298	
51	96,661		85	433,041	
52	101,543		86	450,341	
53	106,636		87	468,221	
54	111,945		88	486,687	
55	117,478		89	505,759	
56	123,244		90	525,450	0,7138
57	129,251		91	545,778	
58	135,505		92	566,757	
59	142,015		93	588,406	
60	148,791	0,2021	94	610,740	
61	155,839		95	633,778	
62	163,170		96	657,535	
63	170,791		97	682,029	
64	178,714		98	707,280	
65	186,945		99	733,305	
66	195,496		100	760,000	1,0325
67	204,376				

Pressungen des Wasserdampfs von 100 bis 230° nach Regnault.

Temperatur.	Pressung in Quecksilbersäulen.	Temperatur.	Pressung in Quecksilbersäulen.	Temperatur.	Pressung in Quecksilbersäulen.
100°	760,00 mm	144°	3040,26 mm	188°	9036,68 mm
101	787,59	145	3125,55	189	9237,95
102	816,01	146	3212,74	190	9442,70
103	845,28	147	3301,87	191	9650,93
104	875,41	148	3392,98	192	9862,71
105	906,41	149	3486,09	193	10078,04
106	938,31	150	3581,23	194	10297,01
107	971,14	151	3678,43	195	10519,63
108	1004,91	152	3777,74	196	10745,95
109	1039,65	153	3879,18	197	10975,00
110	1075,37	154	3982,77	198	11209,82
111	1112,09	155	4088,56	199	11447,46
112	1149,83	156	4196,59	200	11688,96
113	1188,61	157	4306,88	201	11934,37
114	1228,47	158	4419,45	202	12183,69
115	1269,41	159	4534,36	203	12437,00
116	1311,47	160	4651,62	204	12694,30
117	1354,66	161	4771,28	205	12955,66
118	1399,02	162	4893,36	206	13221,12
119	1444,55	163	5017,91	207	13490,75
120	1491,28	164	5144,97	208	13764,53
121	1539,25	165	5274,54	209	14042,52
122	1588,47	166	5406,69	210	14324,80
123	1638,96	167	5541,43	211	14611,32
124	1690,76	168	5678,82	212	14902,22
125	1743,88	169	5818,90	213	15197,48
126	1798,35	170	5961,66	214	15497,17
127	1854,20	171	6107,19	215	15801,33
128	1911,47	172	6255,48	216	16109,44
129	1970,15	173	6406,60	217	16423,15
130	2030,28	174	6560,55	218	16740,90
131	2091,94	175	6717,43	219	17063,29
132	2155,03	176	6877,22	220	17390,36
133	2219,69	177	7039,97	221	17722,13
134	2285,92	178	7205,72	222	18058,64
135	2353,73	179	7374,52	223	18399,94
136	2423,16	180	7546,39	224	18746,07
137	2494,23	181	7721,37	225	19097,04
138	2567,00	182	7899,52	226	19452,92
139	2641,44	183	8080,84	227	19813,76
140	2717,63	184	8265,40	228	20179,61
141	2795,57	185	8453,23	229	20550,48
142	2875,30	186	8644,35	230	20926,40
143	2956,86	187	8838,82		

Zur Berechnung dieser Tafeln wurden drei verschiedene Formeln benutzt, welche, wenn die durch die Versuche ermittelten Konstanten eingeführt werden, folgende Gestalt annehmen:

Für Temperaturen unter 0° ist die Pressung, durch Millimeter in Quecksilbersäulen ausgedrückt, wenn t die Temperatur in Centesimalgraden bedeutet:

$$F = 0{,}0131765 + 0{,}29682 \,.\, 1{,}0893^{t + 32}$$

Für Temperaturen zwischen 0° und 100° ist

$$\log F = 4{,}738438 + 0{,}013616 \,.\, 1{,}0159329^{t} - 4{,}0878 \,.\, 0{,}992487^{t}$$

Für Temperaturen über 100° ist

$$\log F = 5{,}826789 - 2{,}945976 \,.\, 0{,}994865^{t - 100}$$

Die Versuche für Dämpfe unter 0° und über 0° bis zu 60° C. wurden mit einem Apparate, ähnlich dem bereits früher (von Dalton und m. A.) benutzten, angestellt, welcher im Wesentlichen aus zwei Barometern bestand, die in ein und dasselbe Quecksilbergefäß tauchten, und von denen das eine oben luftleer war, das andere aber in dem luftleeren Raume, oder vielmehr in einem mit diesem Raume in Verbindung gebrachten luftleeren Ballon etwas Wasser enthielt. Die oberen Theile beider Barometer, der Ballon, sowie die Thermometer, befanden sich gemeinschaftlich in einem Behälter eingeschlossen, der bei den Versuchen über 0° mit Wasser, bei denen unter 0° mit nicht gefrierenden Flüssigkeiten angefüllt war, so daß die Pressung des unter der Temperatur jener umgebenden Flüssigkeiten (welche in steter Bewegung erhalten wurden) in dem Ballon gebildeten Dampfs durch die Differenz beider Quecksilbersäulen gemessen wurde.

Die Schwierigkeit, bei höheren Temperaturen in dem Wasser des Behälters die Trennung der wärmeren Schichten von den kälteren durch Bewegung zu verhindern, veranlaßte Regnault, für diese Temperaturen einen andern Apparat zur Anwendung zu bringen.

Der Apparat sollte ähnlich dem von Arago und Dulong angewandten sein; die Befürchtung aber, es werde bei den zur Beobachtung nöthigen Zu- und Abnahmen der Pressung im Kessel der entsprechende Temperaturwechsel sich nicht rasch genug den Thermometern mittheilen, brachte Regnault auf die Idee, den Kessel mit einem verhältnißmäßig großen verschlossenen Raume in Verbindung zu bringen, in welchem man mit Hülfe von Luftpumpen jeden beliebigen Luftdruck längere Zeit erhalten konnte. Das Wasser im Kessel kochte dann

gleichsam unter dem Druck einer künstlichen Atmosphäre. Die Verbindung des Dampfraums des Kessels mit dieser höher gelegenen künstlichen Atmosphäre war durch ein Rohr hergestellt, welches äußerlich durch kaltes Wasser gekühlt wurde, so daß das kondensirte Wasser stets wieder in den Kessel zurückfloß. Die Pressung dieser künstlichen Atmosphäre, oder was dasselbe ist, die des Dampfes im Kessel, wurde durch eine entsprechend hohe offene Quecksilbersäule direkt gemessen. Durch diese sinnreiche Anordnung wurde es möglich, das Wasser stundenlang im Kessel unter gleichbleibendem Druck sieden zu lassen, so daß jeder Fehler, welcher aus der langsamen Mittheilung der Wärme an die im Kessel befindlichen Thermometer, namentlich an die zur Anwendung gebrachten Luftthermometer, wegfallen mußte.

Wie bereits oben bei Gelegenheit des Watt'schen und des Southern'schen Gesetzes über die latente Wärme des Wasserdampfs bemerkt wurde, fand Regnault die latente Wärme für Dampf von einer Atmosphäre zu 536,67 Wärmeeinheiten, so daß also zur Verdampfung von 1 Kilogramm Wasser von 0° unter dem Druck von 1 Atm. 100 + 536,67 Wärmeeinheiten nöthig sind; oder was dasselbe sagt, daß in 1 Kil. Dampf von 100° jene Wärmequantität enthalten ist. Für den Zusammenhang zwischen der totalen, im Wasserdampf enthaltenen Wärme und der Temperatur dieses Dampfs gibt Regnault aus seinen Versuchen die Formel:

$$\lambda = 606{,}5 + 0{,}305\ T,$$

worin λ die totale Wärme, T die Temperatur bezeichnet, und welche zwischen + 10° und + 63° sehr genau mit den direkten Versuchen übereinstimmt; bei anderen Temperaturen aber nur Abweichungen ergibt, die die wahrscheinlichen Beobachtungsfehler nicht übersteigen. Nach dieser Formel ist folgende Tabelle für die totale Wärme des gesättigten Wasserdampfs berechnet.

Temperatur des Dampfs.	Pressung in Quecksilbersäulen.	Pressung in Atmosphären.	Totale Wärme.
0°	4,60 mm	0,006 atm.	606,5
10	9,16	0,012	609,5
20	17,39	0,023	612,6
30	31,55	0,042	615,7
40	54,91	0,072	618,7
50	91,98	0,121	621,7
60	148,79	0,196	624,8
70	233,09	0,306	627,8
80	354,64	0,466	630,9
90	525,45	0,691	633,9
100	760,00	1,000	637,0
110	1075,37	1,415	640,0
120	1491,28	1,962	643,1
130	2030,28	2,671	646,1
140	2717,63	3,576	649,2
150	3581,23	4,712	652,2
160	4651,62	6,120	655,3
170	5961,66	7,844	658,3
180	7546,39	9,929	661,4
190	9442,70	12,425	664,4
200	11688,96	15,380	667,5
210	14324,80	18,848	670,5
220	17390,36	22,882	673,6
230	20926,40	27,535	676,6

Die in der letzten Spalte dieser Tabelle enthaltenen Zahlen geben die Anzahl der Wärmeeinheiten (Calorien) an, welche im Ganzen nöthig sind, um aus Wasser von 0° Dampf zu erzeugen. Diese Zahlen bestehen daher aus zwei Theilen; der eine Theil repräsentirt die Wärmeeinheiten, welche erforderlich waren, die Temperatur des Wassers von 0° bis zu dem Punkte zu erwärmen, wo es sich in Dampf verwandelt, der zweite Theil ist zur vollständigen Verdampfung gebraucht. Wie schon früher bemerkt, nimmt man gewöhnlich an, daß der erste Theil dargestellt ist durch die Zahl, welche die Temperatur des Dampfs ausdrückt; indem man voraussetzt, daß zur Erwärmung des Wassers von 0° auf 1° dieselbe Wärmequantität, wie zur

Erwärmung von 99° auf 100° u. s. w. erforderlich sei, oder mit andern Worten, daß die spezifische Wärme des Wassers für alle Temperaturen konstant sei. Für Terpentinöl fand Regnault zwischen 15° und 25° die spezifische Wärme zu 0,420 und zwischen 20° und 100° zu 0,467, und es war sonach sehr zu bezweifeln, daß für Wasser die spezifische Wärme konstant sei. Regnault's Versuche ergaben in der That auch für Wasser ein Wachsen der spezifischen Wärme mit der Temperatur; indeß ist dies Wachsen glücklicher Weise nur gering, und zwar findet es in folgender Weise Statt:

Temperatur des Wassers T =	Mittlere spezifische Wärme des Wassers zwischen 0° und T.
0°	1
10	1,0002
50	1,0017
100	1,0050
150	1,0097
200	1,0160
230	1,0204

War bis jetzt nur von der Wärme des Wasserdampfs und der zugehörigen Elastizität die Rede, so möge über die Dichtigkeit desselben bei verschiedenen Pressungen noch Folgendes bemerkt werden. Wir haben gesehen, daß mit der Zunahme der Wärme die Pressung des mit der Mutterflüssigkeit in Verbindung stehenden (gesättigten) Dampfs in raschem Verhältnisse wächst. Es muß nothwendig die Dichtigkeit des Dampfs mit der Temperatur oder Spannung desselben nach irgend einem Gesetze in Verhältniß stehen. Dies Gesetz würde nur durch ausgedehnte Versuche genau und scharf zu ermitteln sein, welche bis jetzt noch fehlen, und jedenfalls von großen Schwierigkeiten begleitet sein dürften. Gay-Lussac fand durch Versuche, daß Wasserdampf von 1 Atm. Spannung 1696 Mal mehr Raum einnimmt, als das Wasser, aus welchem er entstanden ist. (Muncke fand für niedrige Temperaturen die Dichte des Wasserdampfes zu 0,6568, Schmeddingk für 20° = 0,63, wobei die Dichte der atmosphärischen Luft = 1). Um indeß, ungeachtet der fehlenden direkten Versuche, die Dichtigkeit der Wasserdämpfe für die Praxis genügend zu bestimmen und als Funktion der Temperatur oder der Pressung auszudrücken, muß man das Mariotte'sche Gesetz, nach welchem sich die Spannungen der Gase

bei konstanter Temperatur umgekehrt wie die Räume verhalten, auf welche sie zusammengedrückt sind, und das Gay-Lussac'sche Gesetz, wonach die Raumzunahme einer elastischen Flüssigkeit genau mit der Temperaturzunahme wächst, mit einander verbinden. Es sei V das Volumen eines gewissen Gewichts Dampf von der Pressung p und der Temperatur t; dieser Dampf stehe mit der Mutterflüssigkeit in Berührung; es fragt sich, wie groß wird das Volumen V_1 desselben Gewichts Dampf sein für die Pressung p_1 und die Temperatur t_1? Wäre der Dampf nicht mit der Flüssigkeit in Berührung, bliebe die Temperatur t dieselbe und ginge nur die Pressung p in die p_1 über, so würde nach dem Mariotte'schen Gesetze sein

$$V_1 = V \cdot \frac{p}{p_1}$$

Bliebe aber die Pressung konstant, während nur die Temperatur des Dampfs von t zu t_1 überginge, so würde nach dem Gay-Lussac'schen Gesetze mit Benutzung des Rudberg'schen Ausdehnungskoeffizienten:

$$V_1 = V \cdot \frac{1 + 0{,}00364\, t_1}{1 + 0{,}00364\, t},$$

und für die gleichzeitige Aenderung der Pressung und Temperatur

$$V_1 = V \cdot \frac{1 + 0{,}00364\, t_1}{1 + 0{,}00364\, t} \cdot \frac{p}{p_1}$$

sein.

Da man nun für gesättigten Dampf von 1 Atmosphäre, wo also $t = 100°$ und $p = 1{,}033$ Kilogr. für den Quadratcentimeter ist, durch Versuche weiß, daß $V = 1700$ ist, so wird

$$V_1 = 1700 \cdot \frac{1 + 0{,}00364\, t_1}{1{,}364} \cdot \frac{1{,}033}{p_1} = 1287 \cdot \frac{1 + 0{,}00364\, t_1}{p_1},$$

wobei das Volumen des Wassers, woraus der Dampf entstand, zu 1 angenommen ist. Hätte man nun eine richtige, für alle Pressungen gültige Relation zwischen der Temperatur und der Pressung des Wasserdampfs, so dürfte aus dieser Relation und der zuletzt gefundenen Formel nur t_1 oder p_1 eliminirt werden, um beziehungsweise einen Ausdruck zu bekommen für den Zusammenhang zwischen Volumen und Pressung oder zwischen Volumen und Temperatur des gesättigten Wasserdampfs; dieser Ausdruck würde aber sehr komplizirt werden. Navier sowohl als Pambour haben empirische Formeln für den Zusammenhang zwischen dem Volumen des aus der Kubikeinheit Wasser

entstandenen Wasserdampfs und der zugehörigen Pressung geliefert; die Pambour'schen Formeln, welche den Vorzug verdienen, sind folgende:

$$V = \frac{10000}{0,4227 + 0,000529\ P} \text{ und}$$

$$V = \frac{10000}{1,421 + 0,000471\ P},$$

worin P die in Kilogrammen ausgedrückte Pressung des Dampfs pro Quadratmeter bezeichnet. Die erste dieser Formeln ist für Dampf bis zu 2 Atmosphären, die zweite für höher gespannten Dampf zu gebrauchen.

Da V das Volumen des aus der Kubikeinheit Wasser entstandenen Dampfs (das relative Volumen) bezeichnet, so ist der Quotient $\frac{1}{V}$ nur mit dem Gewichte der Kubikeinheit Wasser zu multipliziren, um das Gewicht der Kubikeinheit Dampf, d. h. die Dichte des Dampfs zu bekommen. Für die Fälle der Anwendung ist es am bequemsten, sich nachstehender Tabelle zu bedienen, worin für verschiedene Temperaturgrade das Gewicht eines Kubikmeters Dampf in Kilogrammen angegeben ist.

Temperatur Centigrade	Gewicht eines Kubikmeters Dampf.	Temperatur Centigrade.	Gewicht eines Kubikmeters Dampf.	Temperatur Centigrade.	Gewicht eines Kubikmeters Dampf.
0°	0,0054 kil.	95°	0,4998 kil.	190,00°	5,7100 kil.
5	0,0072	100	0,5913	193,70	6,1367
10	0,0097	112,2	0,8583	197,19	6,5595
15	0,0126	121,4	1,1177	200,48	6,9790
20	0,0171	128,8	1,3711	203,60	7,3957
25	0,0225	135,1	1,6200	206,57	7,8087
30	0,0295	140,6	1,8647	209,40	8,2196
35	0,0381	145,4	2,1072	212,10	8,2684
40	0,0491	149,06	2,3495	214,70	9,0336
45	0,0627	153,08	2,5860	217,20	9,4372
50	0,0797	156,80	2,8196	219,60	9,8382
55	0,1005	160,20	3,0520	221,90	10,2370
60	0,1260	163,48	3,2810	224,20	10,6320
65	0,1568	166,50	3,5106	226,30	11,0290
70	0,1932	169,37	3,7353	236,30	12,9770
75	0,2433	172,10	3,9784	244,85	14,8870
80	0,2892	177,10	4,4057	252,55	16,7620
85	0,3497	181,60	4,8477	259,52	18,6110
90	0,4196	186,03	5,2807	265,89	20,4330

Prüsmann.

Dampfkessel.

(Bd. III. S. 523.)

I. Material. — Als Material zu den Dampfkesseln (chaudière, boiler) wird gegenwärtig fast immer Eisenblech verwendet. Nächstdem bedient man sich in einzelnen Fällen des Kupferblechs, weil es die Wärme besser leitet, als das Eisenblech; allein einer allgemeineren Einführung desselben steht seine große Kostspieligkeit entgegen. In der neuesten Zeit ist das Gußstahlblech als Kesselmaterial vorgeschlagen worden, weil man ihm seiner größeren Festigkeit wegen eine geringere Wandstärke geben kann, als dem Eisenblech; allein da der Stahl bei wiederholter Erhitzung einen Theil seines Kohlenstoffs verliert und sich dann in seinen Eigenschaften dem Eisen immer mehr nähert, so dürften die ursprünglichen Dimensionen bei längerer Benutzung des Kessels nicht mehr genügend sein. Messingblech zu den Wandungen der Dampfkessel zu verwenden, ist in allen Ländern, in welchen gesetzliche Bestimmungen über die Dampfkesselanlagen bestehen, verboten; nur zu den Rauchröhren darf es bis zu einer gewissen Weite derselben (etwa 0,1 Meter durchschnittlich) benutzt werden. Auch das Gußeisen ist für die Kesselwände selbst entweder ganz verboten oder nur unter gewissen Beschränkungen gestattet. Preußen gestattete bis vor Kurzem gußeiserne Sieberohre von höchstens 18 Zoll Weite; in Bayern ist die Anwendung des Gußeisens für solche Kessel erlaubt, in denen die Dampfspannung nicht über 1¼ Atmosphäre beträgt, und bei höheren Spannungen wird es nur da zugelassen, wo es nicht unmittelbar dem Feuer ausgesetzt ist; in Frankreich sind zwar gußeiserne Kessel zulässig, ihre Benutzung wird aber dadurch abgeschnitten, daß sie auf den fünffachen Druck probirt werden müssen. In Oesterreich, Belgien, Sachsen, Württemberg, gegenwärtig auch in Preußen, ist es durchaus verboten, Gußeisen als einen integrirenden Bestandtheil des Kessels anzuwenden.

II. Form. — Die Form des Kessels ist von wesentlichem Einfluß: 1) auf die Haltbarkeit oder Widerstandsfähigkeit desselben, und 2) auf sein Verdampfungsvermögen. Ein Kessel bietet um so größern Widerstand oder wird um so haltbarer, je regelmäßiger und abgerundeter seine Form ist (Zylinder); sein Verdampfungsvermögen aber wird um so größer, je größer seine Oberfläche ist. Da nun ein Körper

von gegebenem Inhalt eine um so kleinere Oberfläche hat, je regelmäßiger er ist, so widerstreiten sich diese beiden Bedingungen, und man ist daher, wenn man die Einfachheit der Kesselform nicht aufgeben will, gezwungen, einen Mittelweg einzuschlagen, bei welchem man sich nach Umständen der einen oder andern Bedingung mehr anschließt. So wird man zur Erzeugung hoch gespannter Dämpfe mehr runde und zur Erzeugung niedrig gespannter Dämpfe, welche einen geringeren Widerstand entgegensetzen, mehr eckige Kesselformen wählen. Beide Bedingungen kann man nur dann erfüllen, wenn man statt eines einzigen Zylinders eine größere Anzahl von Zylindern, die zusammen den gegebenen Inhalt haben, anwendet. Man gewinnt dann nicht nur an Sicherheit, sondern in noch viel höherem Maße vergrößert sich das Verdampfungsvermögen. Hierauf gründen sich die beiden jetzt üblichsten Kesselkonstruktionen, der Kessel mit Flammenrohr und der Kessel mit Siederohr.

Der Kessel mit Flammenrohr (Rauchrohr, Feuerrohr, carneau intérieur; flue-tube). Durch den Kessel geht seiner ganzen Länge nach ein zylindrisches Rohr, durch welches die Verbrennungsprodukte geleitet werden. Dergleichen Rohre hatte auch schon Watt bei seinem Wagenkessel. Die Feuerung liegt innerhalb oder außerhalb des Flammenrohrs; im letzteren Falle kann sie wieder unter dem Kesselboden angebracht sein, oder man verlängert den über dem Flammenrohr liegenden Theil des Kessels so weit, daß der Feuerraum noch unter dem hervorragenden Stücke Platz findet. Bisweilen wendet man auch Querflammenrohre an, von denen das eine über, das andere unter dem Hauptflammenrohre liegt. Die Flamme kommt hier, nachdem sie durch das Flammenrohr nach hinten gegangen ist, in dem einen Seitenzuge wieder nach vorn und streicht sodann durch die beiden Querflammenrohre nach dem zweiten Seitenzuge.

Der Kessel von Galloway (Min. Journ. 1850) hat zwei Feuerräume, welche sich hinter den Feuerbrücken zu einem auf kurze Länge im Querschnitt kreisförmigen, dann aber elliptischen Flammenrohre vereinigen. Um dem letzteren eine größere Stabilität zu verleihen und zugleich eine größere Heizfläche zu gewinnen, sind zwei Reihen vertikaler Sieveröhren eingesetzt, welche den oberen Wasserraum mit dem unteren verbinden und, um dem durchgehenden Wasser- und Dampfstrome eine leichtere Bewegung zu gestatten, nach oben zu sich erweitern.

Vielfache Anwendung findet der Kessel von Fairbairn (Civ. Eng. 1845) mit zwei Flammenrohren und zwei in denselben liegenden Rosten. Fig. 1 auf Taf. 49[1] zeigt einen Horizontaldurchschnitt desselben. Die auf dem Roste a erzeugten Verbrennungsprodukte nehmen ihren Weg durch die Flammenrohre ee, den Seitenzug b, einen Kanal unter dem Roste und den Seitenzug c nach dem Schornstein. Der Kessel ist vollkommen zylindrisch. Die beiden seiner ganzen Länge nach hindurchgehenden Flammenrohre haben $2\frac{1}{2}$—$2\frac{3}{4}$′ Weite und sind vorn auf 6—7′ elliptisch, um in der größeren Höhe Rost, Ofen und Aschenfall aufnehmen zu können und einem Luftstrom von erforderlicher Stärke den Zutritt zu gestatten. Der Wasserraum zwischen den Blechwänden beträgt überall mindestens 5—$5\frac{1}{2}$″. Diese Kesselanlage hat zugleich den Vortheil, daß bei ihr der Rauchbildung mit ziemlich gutem Erfolge vorgebeugt wird. Ist nämlich in dem einen Flammenrohr das Feuer noch nicht lange angezündet und in dem anderen in vollem Brande, so wird bei hinreichendem Luftzutritt am Ende der Flammenrohre, wo die Verbrennungsprodukte sich vereinigen, durch die Gluth des einen Feuers die noch nicht vollendete Verbrennung des anderen hervorgebracht. Werden nun die Roste alle 10 Minuten in regelmäßigem Wechsel beschüttet, so kann dem Entweichen unverbrannter Kohlentheile recht gut gesteuert und eine beträchtliche Ersparniß an Brennmaterial hervorgebracht werden.

Der Kessel von Auld und Stephen (Pract. Mech. Journ. 1857) mit innerer und äußerer Feuerung ist so eingemauert, daß seine untere Wand ungefähr in gleiche Höhe mit dem Fußboden des Kesselhauses zu liegen kommt. Unter diesem Niveau liegt eine äußere Feuerung, deren Verbrennungsprodukte unter dem Kessel in einem gemauerten Zuge abströmen. Ueber dieser äußeren Feuerung und innerhalb eines Flammenrohrs, welches durch die ganze Länge des Kessels hindurchgeht, befindet sich eine zweite, also innere Feuerung. Die Verbrennungsprodukte dieser zweiten Feuerung ziehen durch das Flammenrohr seiner ganzen Länge nach hindurch und mischen sich am Ende desselben mit denen, welche von der äußeren Feuerung abströmen. Die beiden vereinigten Ströme theilen sich nun sogleich wieder, kehren durch zwei

[1] Die Zeichnungen zu den Artikeln Dampfkessel, Dampfleitung, Dampfmaschine sind auf den Kupfertafeln 49—53 enthalten und fortlaufend numerirt.

gemauerte Seitenkanäle nach vorn zurück und nehmen endlich durch zwei andere höher gelegene, gemauerte Seitenkanäle ihren Weg nach dem Schornstein.

Culpin (Mech. Mag. 1853) wendet mehrere Flammenrohre an und macht die Summe der Querschnitte derselben so groß, als der Querschnitt eines gewöhnlichen einzelnen Flammenrohrs sein müßte. Fig. 2 zeigt den Culpinschen Kessel im Längendurchschnitt und Fig. 3 im Querdurchschnitt. Der Feuerraum B mit dem Roste C liegt in einem kurzen Flammenrohre innerhalb des Kessels A. Die Theilplatte, welche den Aschenraum von den Zügen abtrennt, ist bei a mit dem Mauerwerke durch ein Scharnier verbunden, so daß sie nöthigenfalls zurückgeschlagen und das Flammenrohr gereinigt werden kann. Vom Feuerraume B aus führen fünf enge Rohre F, im Querdurchschnitt mit 1, 2, 3, 4, 5 bezeichnet, nach der Rauchkammer G; aus dieser werden die Verbrennungsprodukte durch die beiden Rohre HH nach hinten und endlich durch die Rohre LL wieder nach vorn und durch I in den Schornstein abgeleitet. Die Platten KK verhindern, daß die Verbrennungsprodukte aus der Rauchkammer G unmittelbar in den Schornstein übertreten. Die Rauchkammer G ist mit dem Kessel durch Schraubenbolzen verbunden, so daß man dieselbe leicht abnehmen kann.

Die Cornwaller Kessel sind zylindrische Kessel mit flachen Köpfen und Flammenrohr, in dem man bisweilen noch ein Siederohr findet. Die üblichste Form derselben, welche den besten Effekt gibt und den wenigsten Reparaturen ausgesetzt ist, hält sich nahe bei folgenden Dimensionen: Durchmesser 6′, Länge 30—34′, Durchmesser des Flammenrohrs 3′. Die Entfernung des Flammenrohrs von dem äußeren Ringe des Kessels beträgt in der tiefsten Linie der Peripherie 5—6, auch der bequemeren Reinigung wegen 8″. Der Wasserstand über dem Flammenrohre ist 3—8″ hoch; die Stärke der Bleche des äußeren Ringes bis $^7/_{16}$″, die des Flammenrohrs und der Kopfplatten bis $^1/_2$″. Der Rost ist 3—7′ lang und liegt vorn in der halben Höhe des Flammenrohrs, hinten 3—4″ tiefer. Die Feuerbrücke ist 9″ stark aufgemauert und erhebt sich 12—15″ über die hintere Oberkante des Rostes. Das Feuer geht durch das Flammenrohr hinter, schlägt um das hintere flache Ende des Kessels rechts und links in die beiden Seitenzüge, geht die Wände des Kessels entlang nach vorn,

senkt sich dann durch $2\frac{1}{2}$—$3\frac{1}{2}$′ lange Verbindungszüge in den unteren Zug des Kessels und entweicht von diesem durch den Fuchs in den Schornstein.

Eine vortheilhafte Verbindung der Cornwaller Kessel mit einem Vorwärmerohr ist in Fig. 4 und 5 im Längen- und Querdurchschnitt dargestellt. A ist der Hauptkessel von $6\frac{2}{3}$′ Durchmesser und 30′ Länge; in diesem befindet sich der kurze zylindrische 3′ 9″ weite und 8′ 9″ lange Feuerraum B, aus dem vier Flammenrohre C nach der hinteren Kesselwand führen. D ist der Vorwärmer von 2′ Durchmesser und 35′ Länge, welcher durch das Speiserohr E das Wasser empfängt. Dieser Kessel entspricht einer Leistung von 70 Pferdekräften und hat $20\frac{5}{8}$□′ Rostfläche.

Der Kessel mit Siederöhren oder Siedern (chaudière à bouilleurs; elephant boiler) besteht aus mehreren zylindrischen Siederohren, welche mit dem Hauptkessel durch kurze Rohrstücke verbunden sind. Die Siederohre liegen völlig im Feuer, während der Hauptkessel nur etwa zur Hälfte von demselben getroffen wird. Diese Kesselkonstruktion hat mehrere Vorzüge vor den übrigen: Der Hauptkessel leidet weniger, Reparaturen sind leichter auszuführen, die Siederohre können wegen ihrer geringeren Weite geringere Wandstärke erhalten.

Die Siederohrkessel von Legavrian und Farinaux (Publ. ind. vol. 7) sind in Fig. 6 und 7 (Taf. 49) im Längen- und Querdurchschnitt dargestellt. Unmittelbar über dem Roste A des Herdes B befinden sich zwei Reihen von Siederohren C, deren Anzahl sich nach der Dampfproduktion oder der Größe der Maschine richtet. Die obere Reihe der Siederohre steht unmittelbar, die untere durch Zwischenröhren in Verbindung mit dem Hauptkessel D. Die Siederohre sind ganz, der Kessel ist halb mit Wasser angefüllt, und einestheils um den Dampfraum zu vergrößern, anderntheils das Fortreißen der Wassertheile möglichst zu verhüten, sind noch ein oder zwei Behälter E aufgesetzt, aus denen der Dampf entnommen wird. Der Feuerraum ist durch Gewölbe F geschlossen, welche in gewissen Entfernungen auf gußeisernen über den oberen Siederohren befestigten Trägern ruhen. c sind drei Oeffnungen, welche nach dem Schornstein führen, und in den mit Schiebern d versehenen Fuchs einmünden. e ist das Rohr, welches das Speisewasser aufnimmt, f ein Kommunikationsrohr zwischen dem Siederohre k, welches zum Anwärmen des Speisewassers

dient (Vorwärmerohr), und dem Kessel; g ein doppelter Ventilaufsatz. Von letzterem geht das Dampfrohr b nach dem Dampfbehälter E und biegt sich bei i bis nahe auf den Boden desselben nieder. Das durch i abgehende Wasser wird durch das Rohr a, welches bis nahe auf den Boden des Kessels reicht, in den Kessel zurückgeführt. Auf E ist das durch einen Hahn h verschließbare Dampfleitungsrohr l angebracht. Statt des einfachen Kessels kann man auch zwei über einander befindliche von gleicher Größe anwenden.

Farcot's Siederohrkessel (Publ. ind. vol. 7) besteht aus einem zylindrischen Hauptkessel, unter dessen unterer Seite ein einziger Zug hinläuft, und vier zur Seite desselben über einander liegenden Siederohren. Die letzteren sind so mit einander verbunden, daß das hinterste Ende des obersten Siederohrs mit dem Wasserraume des Kessels, das vordere mit dem vordersten Ende des zweiten Siederohrs, dagegen die hinteren Enden des zweiten und dritten Siederohrs und die vorderen Enden des dritten und untersten Siederohrs mit einander kommuniziren. Alle vier Siederohre sind etwas geneigt und liegen in einem unmittelbar neben dem Hauptkessel aufgeführten, flach überwölbten Kanale mit vertikalen Seitenwänden, welcher durch der Länge nach eingeschobene Schieber von Eisenblech in vier Etagen getheilt wird, deren jede ein Siederohr umschließt. Das Speisewasser wird in das unterste Speiserohr, welches von der Feuerluft zuletzt getroffen wird, eingeführt, steigt in das dritte, zweite, erste auf und tritt endlich tüchtig vorgewärmt in den Hauptkessel ein.

Auch bei dem in Fig. 8 und 9 dargestellten Kessel aus der Werkstatt der Société John Cockerill in Seraing ist man, wie bei der Farcot'schen Konstruktion, von dem Grundsatze ausgegangen, daß die größte Wärmemenge unter dem Hauptkessel entwickelt werden müsse, da dieser das Hauptdampfreservoir bildet, und daß das Speisewasser in den verschiedenen Kesseltheilen in einer der Bewegung der Flamme entgegengesetzten Richtung zirkuliren müsse. Die Flamme streicht, nachdem sie den Feuerraum verlassen hat, unterhalb des Hauptkessels nach hinten, geht durch einen Kanal wieder nach dem Siederohr, wo sie auf der einen Seite ihren Hingang, auf der anderen ihren Hergang macht, und strömt endlich durch den Fuchs in den Schornstein. Nur um den Kessel nicht unmittelbar der größten Hitze auszusetzen und bei der nothwendigen bedeutenden Dicke der unteren Bleche der Verbren-

nung vorzubeugen, ist derselbe über dem Herde mit zwei kurzen Sieberohren versehen, die des kleineren Durchmessers wegen von dünnerem Bleche gemacht werden können und zugleich in Folge der vergrößerten Heizfläche mehr Dampf erzeugen, ohne deshalb die Wirkung auf den Kessel zu sehr zu schwächen. Die eingeschriebenen Maße beziehen sich auf einen Kessel von 30 Pferdekräften. Bei größerem Dampfbedarfe können statt eines Vorwärmerohrs zwei solche angebracht werden. Die Flamme geht dann unter dem einen Rohre rückwärts und unter dem anderen vorwärts, und die Speisung erfolgt am Ende des zweiten Rohrs. Die Neigung der Rohre fördert die Bewegung des entwickelten Dampfes und somit den Uebertritt aus den Rohren in den Kessel.

Léon (Publ. ind. vol. 7) legt unter den Hauptkessel ein weites Sieberohr, durch welches selbst wieder ein Flammenrohr geführt ist. Das Sieberohr ist viel kürzer als der Hauptkessel, liegt hinter der Feuerbrücke und ist mit dem Hauptkessel wie gewöhnlich durch zwei Halsröhren verbunden. Der Rost befindet sich unter dem vorderen Ende des Hauptkessels; von dort zieht die Flamme über die Feuerbrücke durch einen weiten Kanal unter dem Hauptkessel nach hinten, wendet sich nach unten, kehrt durch das Flammenrohr des Sieberohrs nach vorn bis an die Feuerbrücke zurück, und zieht sodann durch zwei Züge zu beiden Seiten des Sieberohrs nach dem Schornstein ab.

An die Sieberohrkessel schließen sich die Alban'schen und Henschel-schen Kessel an. Der Alban'sche Kessel, welcher in Fig. 10 und 11 (Taf. 49) im Längen- und Querdurchschnitt dargestellt ist (Alban, die Hochdruckdampfmaschine; Polyt. Journ. Bd. 111) besteht aus mehreren Reihen über und neben einander liegender Sieberohre k, welche eine etwas geneigte Lage haben und ringsum vom Feuer getroffen werden, und dem eigentlichen Kessel, der wieder aus dem Separator n und dem Rezipienten t zusammengesetzt ist. Die in den Sieberohren k sich bildenden Dämpfe gelangen in das Herz i des Kessels und steigen durch den Kanal l in den Separator n, der mit dem Rezipienten t durch das Rohrsystem e in Verbindung gesetzt ist. ab ist das Dampfrohr, f das Speiserohr. Die Flamme geht, nachdem sie den Raum, in welchem die Sieberohre liegen, verlassen hat, durch die mit Oeffnungen versehene Platte o, welche zur gleichförmigen Vertheilung der Hitze dient, und strömt bei p nach dem Schornstein ab. Die kurzen

durch gußeiserne Einsätze r geschlossenen Kanäle q dienen zum Reinigen des Ofens. s ist ein Hahn zum Entleeren des Kessels.

Henschels Kessel (Gewerbebl. f. Hannover 1844), der in Fig. 12 im Durchschnitt abgebildet ist, besteht aus mehreren neben einander liegenden, etwa bis auf $^2/_3$ mit Wasser gefüllten Röhren A aus Eisenblech mit zwei gußeisernen Ansätzen B und C, welche mit dem zylindrischen Dampfreservoir D den eigentlichen Kessel bilden. Der Ofen E, welcher die Röhren A umschließt, ist im Allgemeinen parallelepipedisch gestaltet und mit Gewölben s überdeckt, die ihre Widerlager in den gußeisernen Rahmen r haben. Am Boden des Ofens sind Absätze xx angebracht, hinter denen sich Asche, Abbrände u. s. w. ansammeln, die durch Oeffnungen yy in der Seitenwand entfernt werden können. Henschel versieht überdieß seinen Kessel mit einer Vorrichtung, durch welche der Rost umgelegt und das Brennmaterial in den Aschenraum niedergeworfen wird, wenn die Dampfspannung eine gewisse Grenze übersteigt.

Eine ähnliche Konstruktion hat der Retortenkessel (retort boiler, duplicate boiler) von Dunn (Mech. Mag. 1856). Derselbe besteht ebenfalls aus einer Anzahl neben einander liegender zylindrischer Kessel oder Retorten, welche an den Enden durch Rohre mit einander verbunden sind. Die Anzahl dieser Retorten ist so groß, daß ihr gesammter Fassungsraum dem eines einzigen Kessels von der gewöhnlichen Konstruktion gleich ist. Die Enden der Retorten werden aus gußeisernen Hauben gebildet, welche auf den zylindrischen Theil aufgenietet sind. Von ihnen aus führen Rohre aufwärts nach einer gemeinschaftlichen Dampfkammer und abwärts nach dem Speiserohre und dem Abblaserohre. Die Retorten sind zu beiden Enden in die Seitenwände des Ofens eingemauert und ruhen in der Mitte auf einem Sattel von feuerfesten Ziegeln. Sie liegen $1^1/_4$″ auseinander, und der Raum zwischen ihnen ist durch Mauerwerk geschlossen, welches den vollen unteren Halbkreis und den halben oberen der Flamme und der Feuerluft ausgesetzt läßt. Die Flamme streicht zuerst an den Böden der Retorten hin, kehrt dann oberhalb derselben zurück und entweicht von hier in den Schornstein. Bei dieser Aufstellungsweise werden von der gesammten Kesselfläche $^3/_4$ als Heizfläche gewonnen. Ein solcher Kessel mit 3 Retorten von 9′ Länge und 17″ Weite lieferte Dampf für 24 Pferdekräfte und brauchte $5^3/_4$ Pfund ord. Steinkohle pro stündliche Pferdekraft.

Endlich sind hier noch die in Fig. 13 und 14 abgebildeten Reinscher'schen Kessel (Zeitschr. d. österr. Ing.-V. 1854) zu erwähnen. Dieselben haben folgende Einrichtung: Zwischen zwei parallel liegenden horizontalen Platten a und b sind Röhren von 2—5' Länge und 2'' Durchmesser eingesetzt und mit denselben dampfdicht verbunden. Ueber der oberen und unter der unteren Platte sind hohle Halbzylinder von höchstens 6½'' Durchmesser so angesetzt, daß die inneren Röhrenräume mit den beiden Halbzylindern einen von allen Seiten geschlossenen hohlen Raum bilden. Jedes System erhält bei c ein gemeinschaftliches Speiserohr, aus welchem das Wasser durch kleine mit Hähnen d versehene Kommunikationsröhren in die unteren Halbzylinder tritt und durch die vertikalen Röhren bis über den Boden der oberen Halbzylinder steigt. Hier sammeln sich die Dämpfe und strömen dann durch die Kommunikationsröhren e dem gemeinschaftlichen Dampfrohre f zu. Diese Einrichtung stimmt im Prinzipe mit der Gilman'schen Kesselkonstruktion (Lond. Journ. 1838) überein. Vertikale Kessel sind im Allgemeinen für die Dampfbildung nicht günstig, weil die vom Boden aufsteigenden Dampfblasen vielfach Gelegenheit finden, sich an die Kesselwand anzulegen und dadurch zwischen dem Wasser und der Kesselwand einen Dampfmantel zu bilden, welcher die direkte Uebertragung der Wärme auf das Wasser stört.

III. Dampferzeugungsvermögen. — Das Dampferzeugungsvermögen eines Dampfkessels hängt vorzüglich von dessen Heizfläche (surface de chauffe; heating surface) ab, d. h. demjenigen Theile der Kesselfläche, welcher einerseits vom Feuer und von der heißen Luft, andererseits von dem im Kessel befindlichen Wasser berührt wird. Die Wärme des Ofens äußert sich am Kessel in zweierlei Weise: durch die Ausstrahlung und durch die Wärmeleitung der abziehenden Verbrennungsprodukte. Ein Theil des Kessels erhält seine Wärme sowohl durch Ausstrahlung als durch Leitung (direkte Heizfläche), und ein anderer nur durch Leitung (indirekte Heizfläche). Je mehr die Verbrennungsprodukte in den den Kessel umgebenden Feuerkanälen sich von dem Feuerraume entfernen, desto mehr kühlen sie sich ab, bis sie endlich nicht mehr im Stande sind, eine nützliche Wirkung auszuüben. Man muß daher suchen, eine möglichst große Fläche des Kessels der unmittelbaren Wirkung des Feuers auszusetzen, also möglichst viel direkte Heizfläche zu gewinnen. Am

vortheilhaftesten sind in dieser Beziehung die Kessel mit Sieberohren, bei welchen man $^2/_3$ des Flächenraums als direkte Heizfläche ansehen kann. Man hat aber auch die Heizfläche der Kessel durch künstlich angebrachte Erhöhungen und Vertiefungen vergrößert, z. B. durch innen und außen über die Kesselwand hervorragende Bolzen oder, wie bei dem Kessel von Barrans (Mech. Mag. 1855), durch warzenförmige nach innen gerichtete Erhöhungen.

Was die Größe der gesammten Heizfläche betrifft, welche zur Erzeugung eines gegebenen Dampfquantums erforderlich ist, so findet man hierüber die verschiedensten Angaben. Péclet gibt an, daß bei gut konstruirten Dampfkesseln, welche mit 1 Kilogr. Steinkohlen 6—7 Kilogr. Dampf liefern und die Verbrennungsprodukte mit 300° C. abgeben, die durchschnittliche Dampferzeugung in der Stunde auf 1 Quadratmeter Heizfläche 15—20 Kilogr. beträgt. Nach neueren Versuchen von Cavé beträgt unter denselben Umständen das erzeugte Dampfquantum 19 Kilogr., nach Redtenbacher 24 Kilogr., nach Morin 30 Kilogr. In der Regel bezieht man das Dampferzeugungsvermögen der Kessel auf das Arbeitsvermögen des erzeugten Dampfes, ausgedrückt in Pferdekräften.

Nach Grouvelle ist bei stationären Maschinen auf jede Pferdekraft zu rechnen:

für Hochdruckmaschinen mit	Kondensation	. . . .	1,0□m,
„ „ ohne	„	. . . .	1,3 „ ,
„ Tiefdruckmaschinen mit	„	. . . .	1,4 „ .

Nach Redtenbacher ist für jede Pferdekraft erforderlich:

bei Landmaschinen	1,5□m,
„ Schiffsmaschinen	1,0 „ .

Scholl schreibt mindestens 12□' pr. oder 1,18□m für die Pferdekraft vor; und kann man sehr lange Züge nicht vermeiden, so darf die bloßliegende Kesselfläche nicht voll als Heizfläche gerechnet werden, und man muß 14□' oder 1,37□m für die Pferdekraft ansetzen.

Bei Lokomotiven ist nach Redtenbacher die stündliche Dampferzeugung pro □m 45 Kilogr. zu rechnen, doch ist dieselbe in Ausnahmefällen bis 100, ja 120 Kilogr. gestiegen.

IV. Größe. — Kennt man die Größe der Heizfläche, welche einem Kessel zu geben ist, so kann man hieraus, nachdem man ein zweckmäßiges Verhältniß zwischen dessen Dampf- und Wasserraum

ausgewählt hat, den Fassungsraum desselben berechnen. Was zunächst die Größe des Wasserraums im Kessel betrifft, so muß derselbe mindestens denjenigen Theil der Kesselfläche von innen bedecken, welcher von außen von den heißen Verbrennungsprodukten in den Zügen oder Kanälen getroffen wird, weil dieser außerdem glühend werden und den Kessel der Gefahr des Zerspringens aussetzen würde. Der Sicherheit wegen legt man den normalen Wasserspiegel immer einige Zoll über den höchsten Punkt der umgebenden Feuerkanäle. Man darf aber auch deßhalb den Wasserraum im Kessel nicht zu klein annehmen, damit kleine Unregelmäßigkeiten in der Zuführung des Speisewassers nicht zu große Veränderungen in der Temperatur und im Wasserstande hervorbringen. Andererseits würden bei einem zu kleinen Dampfraume durch den nach dem Zylinder abströmenden Dampf, so wie durch etwaige Unregelmäßigkeiten in der Feuerung zu große Schwankungen in der Dampfspannung bedingt werden.

Nach Poncelet soll das Volumen, welches der Dampf im Kessel einnimmt, 12—15 Mal so groß sein, als das Volumen Dampf, welches bei jedem Kolbenhube konsumirt wird. Ferner ist der gesammte Fassungsraum des Dampfkessels ohne Siederohre 3—4 Mal so groß, als der Dampfraum, so daß das Wasser $\frac{2}{3}$—$\frac{3}{4}$ des gesammten Kesselraums einnimmt und die im Kessel enthaltene Wassermenge das 24—36fache des bei jedem Kolbenhube verbrauchten Dampfvolumens beträgt. Bei Kesseln mit Siederohren darf der Wasserraum im Hauptkessel nur die Hälfte des Kesselvolumens einnehmen, während die Siederohre vollständig mit Wasser gefüllt sind. Der Fassungsraum des Hauptkessels beträgt hiernach das 36—45fache des bei einem Spiele verbrauchten Dampfquantums, und die Siederohre sollen 25—30 Centimeter Durchmesser erhalten.

Nach englischen Schriftstellern ist für die Pferdekraft durchschnittlich zu setzen: der Wasserraum 5 Kubikfuß engl. = 0,14 ^{km} und der Dampfraum 3,2 Kubikfuß = 0,09 ^{km}, woraus sich das Verhältniß des Dampfraums zum Kesselraum zu $\frac{9}{23}$ = 0,4 ergibt.

Mit Zugrundlegung des letzteren Werthes findet Weisbach den Halbmesser des Kessels von Zylinderform mit kugelsegmentförmigen Enden:

$$r = \sqrt[3]{\frac{F}{43,33\left[1 + 0,1\left(\frac{h}{r}\right)^2\right]}}$$

In dieser Formel bedeutet F die Heizfläche des Kessels und $\frac{h}{r}$ das Verhältniß der Kugelsegmenthöhe zum Kesselhalbmesser. Die Länge des Kessels ist $= 10r$ angenommen worden. Kessel mit halbkugelförmigen Enden erhalten hiernach den Halbmesser:

$$r = 0{,}145 \sqrt{F}$$

und Kessel mit ebenen Endflächen den Halbmesser:

$$r = 0{,}152 \sqrt{F}$$

Für einen Kessel mit 2 Siederohren ist nach Weisbach zu setzen:

der Halbmesser des Hauptkessels $r = 0{,}1106 \sqrt{F}$,
der Halbmesser der Siederohre $r_1 = 0{,}4 r$,
die Länge des Kessels und der Siederohre $l = 10 r$.

Nach Redtenbacher wird unter Beibehaltung derselben Bezeichnungen:
für einen Kessel ohne Siederohre:

$$r = 0{,}53 \sqrt{\frac{r}{l} F}, \text{ oder für } \frac{r}{l} = \frac{1}{10},$$

$$r = 0{,}167 \sqrt{F},$$

für einen Kessel mit zwei Siederohren unter übrigens denselben Verhältnissen, wie oben:

$$r = 0{,}1 \sqrt{F},$$

für einen Kessel mit drei Siederohren:

$$r = 0{,}094 \sqrt{F}; \; r_1 = \frac{1}{3} r.$$

V. Wandstärke. — Die Wandstärke der Kessel, Siederohre u. s. w. ist beinahe in allen Ländern gewissen gesetzlichen Bestimmungen unterworfen, welche dieselbe vom Durchmesser und von der Spannung des in dem Kessel zu erzeugenden Dampfes abhängig machen:

Nach dem preußischen Gesetz ist zu nehmen:

$$e = r\,(b^{0{,}003n} - 1) + 0{,}1 \text{ Zoll},$$

wobei e die Wandstärke, r den Kesselhalbmesser in Zollen, n die Spannung des Dampfes über dem äußeren Luftdruck in Atmosphären, und b die Grundzahl des natürlichen Logarithmensystems (2,71828) bezeichnet. Diese Stärken gelten für die schwächsten Theile der Kessel; eine besondere Verstärkung an den dem Feuer nahe liegenden Theilen ist nicht geboten. Gußeiserne Siederohre erhielten bis zum Verbote derselben durch das Gesetz vom 19. Januar 1855 die Stärke:

$$r_1 \, (b^{0,01n} - 1) + \tfrac{1}{3} \text{ Zoll};$$

eisenblecherne Feuer- und Rauchrohre erhalten die Stärke:

$$0{,}0067 \, d \sqrt[3]{n} + 0{,}05 \text{ Zoll},$$

messingene

$$0{,}01 \, d \sqrt[3]{n} + 0{,}07 \text{ Zoll},$$

wenn d deren Durchmesser in Zollen bezeichnet.

Dieselben Maße sind auch nach der bayrischen Verordnung anzuwenden.

In Frankreich, Belgien, Oesterreich, Sachsen u. s. w. ist vorgeschrieben:

$$e = 1{,}8 \, d \, (n - 1) + 3,$$

wobei e die Wandstärke in Millimetern, n die Dampfspannung im Kessel nach Atmosphären und d den Durchmesser des Kessels oder Kesseltheiles in Metern bezeichnet. Eine etwa vorhandene Differenz zwischen der Wandstärke des oberen, dem Feuer nicht ausgesetzten Kesseltheils und derjenigen des unteren darf in keinem Falle größer sein, als daß die obere Wandstärke noch mindestens $\frac{7}{8}$ der unteren beträgt.

Nach der württembergischen Verordnung ist zu nehmen:

$$e = 0{,}15 \, d \, (n - 1) + 1,$$

wobei e in württ. Linien und d in württ. Fußen ausgedrückt ist. Gibt man d in Metern, so erhält man hieraus:

$$e = 0{,}15 \, d \, (n - 1) + 3 \text{ Millim.}$$

Durchgängig darf die Wandstärke nicht über 15 Millim. angenommen werden, und man muß daher für einen Kessel, welcher nach den vorgeschriebenen Regeln eine größere Wandstärke ergibt, ein größeres Verhältniß der Länge zur Weite auswählen, um einen engeren Kessel zu erhalten, oder statt des einen Kessels zwei oder mehrere anwenden, was auch in anderer Beziehung von Vortheil ist.

VI. Oefen. — Die Oefen der Dampfkessel bestehen aus:

1) dem Feuerraume,
2) den Feuerkanälen oder Zügen,
3) dem Schornstein oder der Esse.

Im Feuerraume findet die Verbrennung des Brennstoffs Statt, in den Zügen werden die gasförmigen Verbrennungsprodukte um den Kessel herumgeleitet, um ihre Wärme an denselben abzugeben, und durch den Schornstein erfolgt die Abführung dieser Verbrennungsprodukte in die freie Luft.

Der Haupttheil des **Feuerraums** (foyer; furnace) ist der **Rost** (grille; grate), welcher denselben in zwei Abtheilungen theilt. Die obere dieser Abtheilungen dient zur Aufnahme des Brennmaterials, und die untere zur Aufnahme der bei der Verbrennung zurückbleibenden Rückstände (**Aschenraum**, **Aschenfall**, cendrier; ashpit). Der Rost besteht aus eisernen Stäben, welche so neben einander angeordnet sind, daß zwischen je zwei Stäben eine Spalte (Fuge) bleibt. Die Spalten dienen dazu, die Verbrennungsluft von unten nach dem Brennmaterial treten und die Rückstände in den Aschenraum niederfallen zu lassen, weshalb einerseits das Brennmaterial nicht in zu dicken Schichten auf dem Roste liegen darf und andererseits der Rost häufig zu reinigen ist. Bei backenden Steinkohlen erhält die Brennstoffschicht die richtige Dicke, wenn man für je 50—60 Kilogr. in der Stunde zu verbrennender Kohlen 1□^{m} **Rostfläche** gibt. Nach Wiebe ist zu nehmen:

für stündlich verbrannte 100 Pfund:

	Rostfläche:
Steinkohlen	7 —8□′ pr.,
hartes Holz oder Braunkohlen	6 —7 „
weiches Holz oder Torf	5½—6½ „
Holzkohlen oder Kokes	8 — 9 „

Andere machen die Rostfläche von der Heizfläche abhängig und schreiben für dieselbe $^1/_{17}$—$^1/_{15}$ der Heizfläche vor.

Damit die Steinkohlen nicht unverbrannt durch den Rost fallen, dürfen die Spalten nicht breiter als 12 Millimeter gemacht werden, und damit sie den Rost nicht zu leicht verstopfen, nicht schmäler als 8 Millimeter. Da man nun in der Regel den Roststab 3mal so breit als die Rostfuge macht, so ergibt sich hieraus für den Roststab eine Breite von 24—36 Millimeter. Die Verbrennung erfolgt um so lebhafter, je schmäler der Roststab ist; es sind daher in der Regel die kleineren der innerhalb der angegebenen Grenzen liegenden Werthe zu wählen, und nur bei längeren Rosten der Festigkeit wegen die größeren anzuwenden. Soll Holz auf dem Roste verbrannt werden, so können die Spalten und Stäbe schmäler gemacht werden, bei Torf breiter. Für Braunkohlen läßt sich eine allgemeine Regel nicht angeben, vielmehr ist hier darauf Rücksicht zu nehmen, ob sich das Material dem Holze mehr oder weniger nähert, ob es in größeren

Stücken oder in Staub angewendet wird, ob es viel Asche und Schlacke gibt.

Man macht die Roststäbe in der Regel aus Gußeisen, und nur in einzelnen Fällen, namentlich für Lokomotiv- und Schiffskesselheizungen bedient man sich gewalzter Stäbe. Bisweilen gibt man ihnen oben eine Hohlkehle zur Aufnahme der Asche, welche als schlechter Wärmeleiter den Stab vor der starken Einwirkung der brennenden Kohlen schützt, oder man bricht die oberen Kanten ab und schleift die dadurch entstehenden schiefen Flächen, sowie die obere Fläche, damit sie nicht so leicht angegriffen und zerstört werden können und die durchziehende Luft sich leichter über dem Roste verbreiten kann. Firth gibt, wie Fig. 15 (Taf. 49) zeigt, den Stäben unten eine Aushöhlung. Die Luft, welche sich in diesen Höhlungen fängt, kühlt die Roststäbe und tritt dann, selbst angewärmt, an den Enden der Stäbe, wo diese geschlitzt sind, über den Rost. Diese Stäbe sind in ihrer Längenrichtung von beiden Enden nach der Mitte zu etwas nach oben gebogen, wodurch sie an Festigkeit gewinnen.

Der Rost liegt horizontal oder der besseren Beaufsichtigung wegen schwach geneigt. Treppenroste mit flachen breiten Stäben, die nach Art der Treppenstufen angeordnet sind und mit Belassung einer horizontalen Spalte sich gegenseitig überdecken, kommen häufig bei Braunkohlenfeuerungen vor, doch zeigen sie sich auch vortheilhaft für die Verwendung trockner magerer Steinkohlen. Die Höhe des Kesselbodens über der Rostfläche soll bei Steinkohlenfeuerung 340—400 Mill. und bei Holzfeuerung 440—620 Mill. betragen. Ganz abweichend hiervon schreibt Gall für diese Höhe 10 Fuß und mehr vor (Beschreibung meiner rauchverzehrenden Dampfkesselöfen, welche, außer daß sie die größtmögliche Brennmaterial-Ersparniß gewähren, auch die hohen Schornsteine unnöthig machen, von Dr. L. Gall, 1855). Der Aschenraum soll wenigstens 0,8 Meter hoch sein, damit die Roststäbe durch die angehäuften Rückstände nicht zu sehr erhitzt werden. Die zur Verbrennung nöthige Luft tritt durch eine Thüre in den Aschenraum und von da zwischen den Roststäben hindurch in den Feuerraum. Damit die Luft möglichst kalt, also in möglichst dichtem Zustande unter den Rost trete, versieht Woodcock (Lond. Journ. 1854) den Aschenfall mit einer Art Jalousiegitter aus einer doppelten Reihe Eisenstäbe, welche zugleich die Ausstrahlung der Wärme vom Roste nach dem Aschenfall

bedeutend vermindern. Prideaux (Civ. Eng. 1854) verlegt dieses Jalousiegitter in die Feuerthüre.

Um das Aufgeben des Brennmaterials möglichst regelmäßig zu bewirken, hat man sich mannichfacher mechanischer Mittel bedient, unter denen die folgenden herausgehoben werden sollen: Hargreaves (Lond. Journ. 1850) legt die Roststäbe zu beiden Enden auf Stangen, welche vermittelst einer Hebelverbindung von der Dampfmaschine aus eine vor- und rückgängige Bewegung erhalten. Unmittelbar vor der Ofenthüre befindet sich ein Aufgabetrichter und unter diesem eine mit dem Roste verbundene Platte (Stoßplatte) mit nach hinten zu übergreifendem Rande, unter welchem wieder quer über den Rost herüber eine feste nach hinten zu aufsteigende und bis in den Feuerraum reichende Platte liegt. Bewegt sich nun der Rost auswärts, so entfernt sich die Stoßplatte von der Ofenthüre, und es fallen aus dem Aufgabetrichter einige Kohlen auf die feste Platte; bewegt er sich dagegen einwärts, so stößt die Stoßplatte die Kohlen auf der festen Platte fort und schiebt sie unter der Ofenthüre hindurch in den Feuerraum.

Bodmer (Mon. indust. 1847) legt die Enden der Roststäbe zwischen die Gewinde zweier der Länge des Feuerraums nach parallel zu einander angebrachter und langsam bewegter Schraubenspindeln, durch welche sie daher auch langsam vorwärts geschoben werden. Am Ende steigen die Roststäbe nieder, fallen zwischen die Gänge zweier anderer Schraubenspindeln und werden von diesen, da sie sich nach entgegengesetzter Richtung umdrehen, zurückgeführt, um am vorderen Ende durch einen Hebelapparat wieder den zuerst erwähnten Schrauben übergeben zu werden.

Cordier (Ann. des mines 1837) und Dean (Lond. Journ. 1847) wenden Flügelräder an, welche die durch ein Walzenpaar zerkleinerte Steinkohle nach dem Verbrennungsraume werfen. Der letztere hat seine Einrichtung so getroffen, daß abwechselnd die eine und die andere Hälfte des durch eine Zunge getheilten Rostes mit Kohle beschickt wird. Damit das Feuer der eben mit dem Brennmaterial beschütteten Hälfte vor der Zunge vorn herüber und über die andere bereits im vollen Brande befindliche Abtheilung gehen kann, sind hinter den Rosthälften noch Schieber angebracht, die bei der Umsetzung der Bewegung des Aufschütters gleichzeitig mit gestellt werden. Es ist dann jedes Mal die Rostabtheilung, in welche das Brennmaterial

eingetragen wird, in der Gegend der Brücke durch einen Schieber abgeschlossen, die andere dagegen dem Durchzuge der Verbrennungsprodukte frei geöffnet.

Duméry (Gén. ind. 1856) behält vom ganzen Roste nur die beiden mittelsten Stäbe bei, und setzt zu beiden Seiten derselben muldenförmige, unten und an den Seitenwänden mit Rosten versehene Kanäle an, durch deren äußere Mündungen das Brennmaterial eingeführt wird, während über den inneren die Verbrennung erfolgt. Vor den äußeren Mündungen befinden sich kolbenartige Drücker, welche in dem Maße, als die Verbrennung erfolgt, das Brennmaterial vorwärts drängen, und von der Maschine aus in Bewegung gesetzt werden.

Crampton (Rep. of Pat. Inv. 1856) führt von einem Aufgebetrichter aus das Brennmaterial nach einer im Niveau des Rostes liegenden Mündung, durch welche es vermittelst eines schwingenden Stempels so nach dem Roste gedrängt wird, daß das schon auf diesem befindliche Brennmaterial dadurch gehoben wird.

Bei Juckes' Kettenrost (Rep. of Pat. Inv. 1843) sind die Roststäbe zu einer endlosen Kette verbunden, welche an jedem Ende des Feuerraums über eine Rolle geht und in Zwischenräumen um kurze Strecken vorwärts geschoben wird. Nach einer andern Anordnung desselben ist der Rost kreisförmig, und stets nur theilweise im Feuer, indem immer ein Theil desselben aus dem Feuer heraus- und ein anderer mit frischem Brennmaterial beladener in das Feuer hineintritt.

Wird das Aufgeben des Brennmaterials ohne Anwendung mechanischer Mittel bewirkt, so ist der Feuerraum über dem Roste mit einer Thüre versehen, welche nur dann geöffnet wird, wenn es darauf ankommt, das Feuer zu schüren, den Rost zu reinigen und neues Brennmaterial aufzugeben. Um die Abkühlung durch die Ofenthüre möglichst zu mäßigen und sie vor dem Feuer zu schützen, ist es zweckmäßig, sie mit doppelten Wandungen zu versehen oder von innen mit Backsteinen zu bekleiden.

Der Feuerraum wird an seinem hinteren Ende durch eine Mauer, die sog. Feuerbrücke (autel, firebridge), begrenzt. Dieselbe überragt mit ihrem oberen abgerundeten Ende den Rost so weit, daß zwischen ihr und dem Kesselboden oft nur 100 — 150 Mill. Raum bleibt, und dient vermöge der hierdurch entstehenden Verengung dazu,

eine möglichst vollständige Verbrennung einzuleiten, welche häufig noch durch Luftkanäle unterstützt wird.

Nachdem die Verbrennungsprodukte die Feuerbrücke überschritten haben, gelangen sie in die Feuerkanäle oder Züge (carneaux; flues). Diese Züge bestehen entweder aus einem einzigen, ein oder mehrere Mal um und nach Befinden durch den Kessel geleiteten Kanale oder, wie besonders bei den Lokomotivkesseln, aus mehreren durch den Kessel gelegten einzelnen Kanälen oder Röhren, welche die Verbrennungsprodukte gemeinschaftlich dem Schornsteine zuleiten. Die um den Kessel herumführenden Kanäle werden aus feuerfesten Steinen aufgeführt, die durch den Kessel hindurchgehenden Röhren aber werden aus Eisenblech angefertigt. Der Querschnitt der Feuerkanäle und die Summe der Querschnitte der Röhren, welche gemeinschaftlich die Verbrennungsprodukte durchleiten, ist der Rostfugenfläche, also ($^1/_5$—$^1/_6$) R, wenn R die Rostfläche bezeichnet, zu machen. Hieraus ergibt sich zugleich, wie viel Röhren man in einem Röhrenkessel von gegebener Rostfläche anzuwenden hat. Setzt man die Summe aller Röhrenquerschnitte allgemein $\frac{1}{m}$ R, und nennt man den Durchmesser der einzelnen Röhre d, und ihre Anzahl n, so wird

$$\frac{nd^2\pi}{4} = \frac{R}{m}, \text{ oder } n = \frac{4\,R}{md^2\pi}.$$

Kessel und Züge sind mit einem Rauhgemäuer umgeben, welches etwa 0,5 Meter der oberen Kesselperipherie frei läßt, um die Rohre, Ventile u. s. w. aufsetzen zu können. Wenn die Verbindungen ganz dicht sind, so belegt man, um die Wärmestrahlung zu vermeiden, die Kesseldecke oft mit Sand, Steinkohlenasche u. s. w. Zweckmäßiger ist es, eine Dampfhaube (Dom) aus Eisenblech oder, wenn es gestattet ist, aus Gußeisen, auf den Kessel aufzunieten und an diesem das Dampfrohr, die Speiseröhren, den Mannlochdeckel u. s. w. zu befestigen. Mit einem solchen Dom lassen sich die Verbindungen leichter dicht halten, der Kessel wird weniger verletzt, und man kann nun über den Kessel eine 300—400 Mill. hohe schützende Decke legen. Scholl empfiehlt als Schutzdecke Häcksel in 4″ Höhe.

Zwischen den Zügen und dem Schornsteine, in dem sog. Fuchse, befindet sich ein Schieber oder eine Klappe zum Reguliren des Feuers und beziehentlich Abschließen des ganzen Ofens. Bei geneigter

oder horizontaler Lage wendet man am besten Schieber, bei vertikaler Stellung Klappen an. Die Ausmündung des Fuchses in den Schornstein muß an der obern Kante abgerundet seyn.

Der Schornstein (cheminée; chimney) führt endlich die Verbrennungsprodukte in die freie Luft ab und erzeugt den zur Verbrennung nothwendigen Zug. Seine Wirksamkeit ist abhängig: 1) von seiner Höhe, 2) von der mittleren Temperatur der durchgeführten Verbrennungsprodukte und 3) von seinem Querschnitte. Um die Beziehungen, welche zwischen diesen Größen Statt finden müssen, kennen zu lernen, müssen wir die Bewegungsverhältnisse der Feuerluft im Schornstein ermitteln. Ist v die Geschwindigkeit der austretenden Feuerluft, p der Druck der äußeren Luft, p_1 der Druck der Feuerluft beim Eintritt in den Schornstein, und γ_1 die Dichtigkeit der letzteren, so wird nach Weisbach, Ing. und Masch. Mech. Bd. I. S. 804. 3. Aufl.

$$v = \sqrt{2g\left(\frac{p - p_1}{\gamma_1}\right)}.$$

Ist ferner H die Höhe des Schornsteins und γ die Dichtigkeit der äußeren Luft, so wird

$$p = H\gamma \text{ und } p_1 = H\gamma_1\text{, daher}$$

$$v = \sqrt{2\,gH\left(\frac{\gamma - \gamma_1}{\gamma_1}\right)} = \sqrt{2\,gH\left(\frac{\gamma}{\gamma_1} - 1\right)}.$$

Nun ist aber nach dem eben citirten Bande S. 676:

$$\frac{\gamma}{\gamma_1} = \frac{1 + 0{,}00367\ t_1}{1 + 0{,}00367\ t}$$

wenn t_1 die Temperatur der Feuerluft beim Eintritt in den Schornstein und t die Temperatur der äußeren Luft bezeichnet, so daß man erhält:

$$v = \sqrt{2\,gH\left(\frac{1 + 0{,}00367\ t_1}{1 + 0{,}00367\ t} - 1\right)}$$

$$= \sqrt{2\,gH\,\frac{0{,}00367\ (t_1 - t)}{1 + 0{,}00367\ t}}.$$

Die Temperatur der äußeren Luft ist im Vergleich zur Temperatur der in den Schornstein eintretenden Feuerluft (durchschnittlich 300° nach Peclet) immer sehr klein, so daß wir ohne merklichen Fehler $t = o$ setzen können. Hiernach wird:

$$v = \sqrt{2\,gH.\ 0{,}00367\ t_1},$$

oder die Geschwindigkeitshöhe:

$$\frac{v^2}{2\,g} = 0{,}00367\ t_1\ H.$$

In Folge der Reibung, welche die Feuerluft an den Wänden des Schornsteins erleidet, wird außerdem noch die Geschwindigkeitshöhe

$$\zeta\,\frac{L + H}{D}\ .\ \frac{v^2}{2\,g}$$

beansprucht, wenn ζ den Reibungskoeffizienten (nach Peclet für berußte Essen 0,05), D die mittlere Weite des Schornsteins und L die der Reibung der Luft beim Durchgange durch das Brennmaterial auf dem Roste und der Verbrennungsprodukte beim Durchgange durch die Feuerkanäle entsprechende Reibungslänge bezeichnet. Den letzteren Werth erhält man aus der leicht zu entwickelnden Formel:

$$L = \frac{1}{\zeta}\left[\zeta_1\ l_1\ \left(\frac{D}{d_1}\right)^5 + \zeta_2\ l_2\ \left(\frac{D}{d_2}\right)^5\right],$$

in welcher ζ_1 und ζ_2 die Reibungskoeffizienten beim Durchgange durch das Brennmaterial und durch die Züge, l_1 die Höhe der Brennmaterialschicht, d_1 die Summe der Weiten aller Zwischenräume in einem Horizontalquerschnitt durch das Brennmaterial, l_2 die Länge der Feuerkanäle und d_2 die Weite der letzteren bedeutet. Von besonderem Einfluß ist das erste Glied; Peclet schätzt bei Dampfkesseln, unter welchen auf 1 □M. Rostfläche stündlich 100—120 Kilogr. Steinkohlen verbrannt werden, den auf dasselbe zu rechnenden Theil des Werthes $\zeta\,\frac{L}{D}$ zu 12. Nach vorstehenden Betrachtungen wird nun:

$$\frac{v^2}{2\,g}\left(1 + \zeta\ \frac{L + H}{D}\right) = 0{,}00367\ t_1\ H,$$

oder

$$v = \sqrt{\frac{2\,gH\ .\ 0{,}00367\ t_1\ .\ D}{D + \zeta\ (L + H)}}.$$

Der Zug im Schornsteine oder die Geschwindigkeit, mit welcher die Feuerluft den Schornstein verläßt, wird hiernach um so größer, je höher die Esse (das Additionalglied ζH im Nenner ist in den gewöhnlich vorkommenden Grenzen von geringerem Belange), je höher die Temperatur, mit welcher die Feuerluft in den Schornstein tritt, und endlich je weiter die Esse ist.

Die mittlere Temperatur der Feuerluft beim Eintritt in den Schornstein soll 250 — 300° C. betragen, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird. Das abgeführte Luftquantum Q_1 von der Temperatur t_1 läßt sich, wenn das auf die Temperatur t^0 reduzirte Luftquantum mit Q bezeichnet wird, ausdrücken durch:

$$Q_1 = Q\left(\frac{1 + 0{,}00367\ t_1}{1 + 0{,}00367\ t}\right).$$

Dasselbe Luftquantum ist aber auch für einen Querschnitt F des Schornsteins = Fv; daher:

$$Q\left(\frac{1 + 0{,}00367\ t_1}{1 + 0{,}00367\ t}\right) = F\sqrt{\frac{2\ gH\ .\ 0{,}00367\ t_1\ D}{D + \zeta\ (L + H)}},$$

strenger

$$Q\left(\frac{1 + \alpha t_1}{1 + \alpha t}\right) = F\sqrt{\beta\ (t_1 - t)},$$

wenn wir 0,00367 mit α und $\sqrt{\frac{2\ gH\alpha D}{D + \zeta\ (L + H)}}$ mit β bezeichnen.

Dieses Luftquantum wird ein Maximum für:

$$d\left(\frac{\sqrt{t_1 - t}}{1 + \alpha\ t_1}\right) = 0, \text{ oder}$$

$$t_1 = \frac{1}{\alpha} + 2t = 272^0 + 2\ t.$$

Nimmt man die mittlere Temperatur der atmosphärischen Luft t zwischen den Grenzen — 10° und + 20° liegend an, so ergibt sich hieraus, daß ein Schornstein die größte Menge gasförmiger Verbrennungsprodukte abführen kann, wenn dieselben bei ihrem Eintritt in den Schornstein eine Temperatur von 252° — 312°, oder in runden Zahlen, wie oben, von 250° — 300° haben.

Die Weite, welche man dem Schornstein zu geben hat, läßt sich durch folgende Betrachtung ermitteln. Ist die Menge der in der Sekunde durch den Schornstein abzuführenden heißen Luft Q, G das Gewicht des auf dem Herde stündlich verbrannten Brennmaterials und n das Volumen kalter Luft, welches zum Verbrennen einer Gewichtseinheit des Brennmaterials erforderlich ist, so wird:

$$Q = \frac{nG\ (1 + 0{,}00367\ t_1)}{3600}.$$

Dasselbe Volumen ist aber auch F v; daher

$$\frac{n\,G\ (1 + 0{,}00367\ t_1)}{3600} = F \sqrt{\frac{2\ gH\ .\ 0{,}00367\ t_1\ .\ D}{D + \zeta\ (L + H)}}.$$

Für eine quadratische Esse von der Seitenlänge D_1 wird hiernach:

$$D_1 = \sqrt[5]{\frac{n^2\ G^2\ (1 + 0{,}00367\ t_1)^2}{3600^2} \cdot \frac{[D_1 + \zeta\ (L + H)]}{2\ gH\ .\ 0{,}00367\ t_1}}$$

$$= 0{,}0275 \sqrt[5]{\frac{n^2\ G^2\ [D_1 + \zeta\ (L + H)]}{H}},$$

und für eine kreisrunde vom Durchmesser D_2:

$$D_2 = 0{,}0303 \sqrt[5]{\frac{n^2\ G^2\ [D_2 + \zeta\ (L + H)]}{H}},$$

wenn die Temperatur der austretenden Feuerluft zu 300° angenommen wird.

Der Widerstand ζ besteht nach dem Obigen aus zwei Theilen, dem einen beim Durchgange durch das Brennmaterial über dem Roste, welcher 12 D zu setzen ist, und dem anderen beim Durchgange durch die Züge, welchen wir der Einfachheit wegen $\zeta\,H = 0{,}05\ H$ setzen wollen. Nehmen wir noch Steinkohlen als Brennmaterial an, so ist $n = 36$, wobei vorausgesetzt ist, daß doppelt so viel atmosphärische Luft zuströmen kann, als zur Verbrennung erforderlich ist. Unter diesen Umständen wird

für die quadratische Esse: $D_1 = 0{,}115 \sqrt[5]{\frac{G^2\ (13\ D_1 + 0{,}1\ H)}{H}}$,

„ „ runde „ : $D_2 = 0{,}127 \sqrt[5]{\frac{G^2\ (13\ D_2 + 0{,}1\ H)}{H}}$.

Setzen wir noch das Verhältniß $\frac{H}{D_1} = \alpha$, oder, was dasselbe ist, $\frac{H}{D^2} = \alpha \sqrt{\frac{\pi}{4}}$, so wird:

$$D_1 = 0{,}115 \sqrt[5]{\frac{G^2\ (13 + 0{,}1\ \alpha)}{\alpha}},$$

$$D_2 = 0{,}127 \sqrt[5]{\frac{G^2\ (13 + 0{,}1\ \alpha)}{\alpha}},$$

$$H = 0{,}115\,\alpha \sqrt[5]{\frac{G^2\ (13 + 0{,}1\ \alpha)}{\alpha}}.$$

Setzt man für a einen konstanten, bei allen Schornsteindimensionen gleichen Zahlenwerth ein, so erhält man entweder für kleine Brennmaterialmengen zu niedrige, oder für große Brennmaterialmengen zu hohe Schornsteine. Es scheint deshalb zweckmäßig, diesen Werth zwischen gewissen Grenzen schwanken zu lassen. Wählt man a zwischen 42 und 26, indem man die größeren Werthe für kleinere Brennmaterialmengen und die kleineren Werthe für größere Brennmaterialmengen annimmt, und setzt man ferner die untere Weite der Esse $D_3 = 1,5\,D_1$, beziehentlich $D_4 = 1,5\,D_2$, sowie nach Redtenbacher die obere Mauerstärke $C = 18$ Centim. und die untere $C_1 = 18 + 0,015\,H_1$, so berechnet sich hiernach folgende Tabelle.

Stündlich verbrannt: Steinkohlen	Holz	a	Höhe des Schornsteins	Obere Weite des: quadr.	runden	Untere Weite des: quadr.	runden	Untere Mauerdicke	Obere Mauerdicke
Kilogramm.			Meter.					Centimeter.	
10	20	42	10	0,24	0,27	0,36	0,40	33	
20	40	41	13	0,32	0,36	0,48	0,54	38	
30	60	40	15	0,38	0,43	0,57	0,63	41	
40	80	39	17	0,43	0,48	0,64	0,72	44	
50	100	38	18	0,47	0,53	0,70	0,80	45	
75	150	37	20	0,55	0,62	0,82	0,91	48	
100	200	36	22	0,62	0,70	0,93	1,05	51	
150	300	35	26	0,73	0,83	1,00	1,24	57	
200	400	34	28	0,83	0,93	1,25	1,39	60	18
250	500	33	30	0,91	1,03	1,36	1,54	63	
300	600	32	31	0,98	1,11	1,47	1,67	65	
350	700	31	32	1,05	1,19	1,57	1,78	66	
400	800	30	33	1,11	1,26	1,66	1,89	68	
450	900	29	34	1,17	1,33	1,75	2,00	69	
500	1000	28	34	1,23	1,39	1,84	2,09	69	
550	1100	27	35	1,29	1,45	1,93	2,18	71	
600	1200	26	35	1,34	1,51	2,01	2,27	71	

Als Material zu den Schornsteinen verwendet man Ziegelsteine oder Eisenblech; an manchen Orten gestattet das lokale Vorkommen wohl auch die Anwendung von Sandstein oder anderen Bruchsteinen. Für gemauerte Schornsteine wählt man in der Regel die quadratische

Querschnittsform, obgleich sie etwas größere Reibung gibt, weil zu runden gemauerten Schornsteinen besondere Steine nach jedes Mal veränderten Schablonen gebrannt werden müssen. Die eisenblechernen Schornsteine ruhen auf einem gemauerten Fundamente und sind mit demselben durch Ankerschrauben und vermittelst einer gußeisernen Platte fest verbunden. Außerdem sind sie oft noch durch Drahtketten, welche bis auf den Erdboden oder irgend eine feste Unterstützung niedergehen, gegen das Umstürzen durch den Wind geschützt. Dieselben bedürfen bei anhaltendem Gebrauche alljährlich eines Anstrichs, der oft nur aus Kienruß und Theer besteht. Besser ist eine doppelt aufgetragene gute Oelfarbe. Die Zunahme des Durchmessers nach unten beträgt 0,01 der Höhe, die Stärke der Bleche vergrößert man nach unten mit Berücksichtigung der im Handel vorkommenden Sorten von mindestens 3 Mill. bis höchstens 12 Mill. Soll die Kettenbefestigung in Wegfall gebracht werden, so muß die Zunahme des Durchmessers nach unten 0,015 betragen.

Die gemauerten Schornsteine haben vor den eisernen die Vortheile der geringeren Abkühlung, der geringeren Unterhaltungskosten und der längeren Dauer; die eisernen dagegen die Vortheile leichterer Fundamentirung, schnellerer Herstellung und geringeren Raumbedarfs. Der Preis richtet sich nach den lokalen Verhältnissen, ist aber für eiserne Schornsteine in der Regel niedriger, als für gemauerte. Die größere Abkühlung des eisernen Schornsteins kann man nach Scholl's Vorschlag dadurch vermindern, daß man ihn mit einem Mantel umgibt und den zwischen beiden Blechen bleibenden Raum mit Asche oder einem anderen schlechten Wärmeleiter ausfüllt, ein Mittel, welches bei gemauerten Schornsteinen schon mehrfach in Anwendung gekommen ist.

In Fällen, welche die Anwendung hoher Schornsteine unzulässig machen, bedient man sich als Zugbeförderungsmittel der Ventilatoren oder des Ausblasens des gebrauchten Dampfes in den Schornstein. Die Ventilatoren werden entweder in der Weise angewendet, daß sie frische Luft ansaugen und unter den Rost treiben, oder daß sie, hinter den Zug an die Stelle des Fuchses gestellt, Flammen und Feuerluft ansaugen und dann durch ein Rauchrohr austreiben. Von viel ausgedehnterem Gebrauche ist das Ausblasen des gebrauchten Dampfes durch den Schornstein. Dasselbe findet seine Anwendung bei Lokomotiven und transportablen Dampfmaschinen.

Die aus den Zylindern durch das Blasrohr austretenden Dampfmassen gelangen in den Schornstein, füllen denselben an und suchen vermöge ihrer großen Geschwindigkeit unter sich einen luftverdünnten Raum zu erzeugen, in welchen die Flamme und die Feuerluft nachbringen.

VII. Zum Dampfkessel gehörige Apparate. — An jedem Kessel müssen gewisse Apparate vorhanden sein, welche zusammen die Armatur des Kessels bilden und folgende Zwecke zu erfüllen haben:

1) Speisen des Kessels mit Wasser,
2) Reinigen und Entleeren des Kessels,
3) Beobachten des Wasserstandes im Kessel,
4) Beobachten des Dampfdrucks,
5) Sicherung gegen zu großen Dampfdruck.

1) Speiseapparate. — Kessel, welche mit Mittel- oder Hochdruck arbeiten, werden fast durchgängig durch Pumpen gespeist, und diese in der Regel nach Bedürfniß in Thätigkeit gesetzt, indem man sie mit der Dampfmaschine in Verbindung bringt.

Eine sehr gewöhnliche Speisepumpe (pompe alimentaire; feed pump) ist die von Séguier, welche in Fig. 16 (Taf. 49) im Vertikaldurchschnitt dargestellt ist. Der Pumpenkolben b arbeitet in dem Stiefel a, c ist das Saugventil, d das Druckventil. Die halbkugelförmigen Kuppeln e e, welche die Ventile bedecken, werden durch Bügel mit Preßschrauben festgehalten. Diese Bügel sind um Scharniere drehbar, so daß man sie leicht umlegen kann, wenn man die Ventile untersuchen will. Der Pumpenkolben ist mit einer von der Maschine bewegten Stange durch einen Keil verbunden und kann durch Heraustreiben oder Einschlagen dieses Keils während des Ganges der Maschine beliebig außer oder in Thätigkeit gesetzt werden.

Nach einer anderen Anordnung erfolgt das Abstellen der Speisung durch einen im Steigrohr angebrachten Hahn. Wird bei geschlossenem Hahne die Bewegung des Kolbens fortgesetzt, so entweicht das Wasser durch ein Abflußrohr, welches mit einem Ventile versehen ist. Dieses Ventil muß belastet sein, und zwar mit einem Gewichte, welches größer ist als der Druck der Pumpe gegen die untere Ventilfläche, damit das Entweichen des Wassers durch das Abflußrohr nicht schon bei geöffnetem Hahne beginnt.

Manche ersetzen die Ventile durch Hähne oder Schieber, in der Absicht, daß die scharfen Kanten derselben mit dem Speisewasser eintretende feste Körper, welche die Oeffnungen verstopfen und den Gang der Ventile hindern könnten, zerschneiden. Oder man erreicht die Abscheidung fester Körper dadurch, daß man das Wasser durch ein Drahtgewebe gehen läßt.

In den meisten Fällen wird die Speisepumpe in Thätigkeit gesetzt, wenn der am Kessel angebrachte Wasserstandzeiger das Bedürfniß der Speisung angibt, und abgestellt, wenn hinreichend Wasser vorhanden ist. Man kann jedoch die Speisung auch kontinuirlich bewirken, wozu man sich mit Vortheil des in Fig. 17 auf Taf. 50 dargestellten Ventilgehäuses von Marquardt (Polyt. Journ. Bd. 134) bedient. In den Raum des Saugventils mündet eine Röhre q, welche durch das Klappenventil r geschlossen ist. Das Ventil kann durch die Preßschraube s entweder ganz geschlossen gehalten werden, oder man kann demselben durch Zurückstellen der Schraube s eine mehr oder minder große Oeffnung gestatten. Im ersteren Falle muß das gesammte aufgesaugte Wasser durch das Druckventil in den Kessel gepreßt werden, während bei gänzlicher Oeffnung des Regulationsventils r alles aufgesaugte Wasser durch dieses abströmt, und gar nichts in den Kessel gelangt. Hieraus folgt aber, daß, wenn man das Ventil r nur sehr wenig öffnet, ein Theil des aufgesaugten Wassers aus diesem austritt, und nur der Rest durch das Druckventil z getrieben wird. Aus einigen Versuchen kann man diejenige Stellung der Schraube s leicht ermitteln, bei welcher mit kontinuirlicher Wirkung der Speisepumpe dem Kessel eben so viel Wasser zugeführt wird als die Verdampfung demselben in gleicher Zeit entzieht.

Man hat vielfach, wenn auch nicht mit vollständig zufriedenstellendem Erfolge, versucht, die Speisepumpen der Hochdruckkessel selbstthätig zu machen, d. h. sie so zu konstruiren, daß sie bei Wasserbedarf ohne Zuthun eines Arbeiters von selbst in Thätigkeit treten und nach erfolgter Speisung von selbst stehen bleiben. Séguier (Bull. de la soc. d'enc. 1840) z. B. sucht diesen Zweck dadurch zu erreichen, daß er bei hinreichend hohem Wasserstande den Dampfdruck auf das Saugventil wirken läßt und dadurch das Spiel der Pumpe aufhebt. Sinkt jedoch der Wasserspiegel, so sperrt ein mit demselben sinkender Schwimmer den Dampf von dem Saugventile ab, so daß dem Gange

der Pumpe kein Hinderniß mehr entgegensteht. Henschel (Polyt. Centralbl. 1846) setzt den mit dem Wasserstande beweglichen Schwimmer vermittelst einer Hebelanordnung mit einem Ventile unter dem Saugrohre so in Verbindung, daß bei höherem Wasserstande das Ventil das Saugrohr verschließt, bei tieferem mehr oder wenig öffnet. Grafton (Civ. Eng. 1846) verschließt umgekehrt das obere Ende des in den Kessel eintretenden Speiserohrs durch ein Ventil, welches durch einen Winkelhebel mit der Stange eines Schwimmers in Verbindung gesetzt ist, so lange als der letztere hoch genug steht; sinkt derselbe aber, so hebt er vermittelst des Winkelhebels das Ventil, worauf die Speisung beginnt. Alle dergleichen Anordnungen haben das gemeinsam, daß ein Schwimmer im Kessel das Spiel der Speisepumpe regulirt, und es genügen daher die angegebenen Beispiele.

Zum Speisen von Dampfkesseln, die nicht mit Dampfmaschinen versehen sind, wie in Brauereien, Färbereien, Kochanstalten u. s. w., bedient man sich der sog. retours d'eau. Ein solcher retour d'eau besteht aus einem verschlossenen, nur theilweise mit Wasser gefüllten Reservoir, welches in geringer Entfernung über dem Kessel angebracht ist. Reservoir und Kessel sind durch zwei Röhren verbunden, von denen die eine in den nicht mit Wasser angefüllten Raum hinaufreicht, die andere jedoch am Boden des Reservoirs einmündet. Beide Röhren sind mit Hähnen versehen. Beabsichtigt man, Wasser in den Dampfkessel zu bringen, so öffnet man erst den Hahn derjenigen Röhre, welche in den nicht mit Wasser gefüllten Raum reicht. Dieser Raum füllt sich demnach mit Dampf aus. Ist dies geschehen, so wird der Hahn an der Wasserröhre geöffnet, durch welche nun das Wasser in den Dampfkessel herabfallen kann, weil der früher in das Reservoir eingelassene Dampf ebenso auf das in demselben befindliche Wasser drückt, als der Dampf im Kessel es gehindert hätte, niederzufallen.

Diese Vorrichtung hat die Mängel, daß das große Reservoir eine ebenso hohe Spannung auszuhalten hat, als der Dampfkessel selbst, was die Anschaffung kostspielig macht, und daß die jedesmalige Füllung des Reservoirs eine große Dampfmenge erfordert, und dies ist wohl auch der Grund, warum der retour d'eau bei Dampfkesseln, die zum Betriebe von Maschinen benutzt werden, in der Regel keine Anwendung findet. Trotzdem ist derselbe, namentlich auch mit Rücksicht

auf die letzterwähnten Kessel, auf mannichfache Weise selbstthätig gemacht worden.

Walker (Rep. of Pat. Inv. 1835) befestigt im Dampfraume des Kessels ein Gefäß, durch welches das bis nahe auf den Kesselboden reichende Speiserohr hindurchgeht. In diesem Gefäße dreht sich ein Hahn, welcher so gebohrt ist, daß in dem einen Stande desselben das Gefäß mit der atmosphärischen Luft in Verbindung steht und von außen Wasser aufnehmen kann, während in der entgegengesetzten Stellung das Gefäß mit dem Dampfraume des Kessels in Verbindung gesetzt wird, und daher das in jenem befindliche Wasser in den Kessel niederfallen kann. Taylor (Polyt. Centralbl. 1837) verbindet die Hähne in den beiden Röhren durch an denselben angebrachte Hebel mit der Stange eines Schwimmers, der der Bewegung des Wasserspiegels im Kessel folgt und bei einer gewissen Stellung beide Hähne öffnet. Dadurch wird die Vorrichtung so lange in Thätigkeit gesetzt, bis der Wasserspiegel wieder gestiegen ist und der Schwimmer die Hähne geschlossen hat. Crichton (Pract. Mech. Journal 1848) ersetzt die Hähne durch Kolben. Dieselben schließen nämlich dampfdicht in einem über dem Kessel befindlichen Zylinder, durch welchen die Röhren hindurchgeleitet sind, und tragen an ihrer gemeinschaftlichen Kolbenstange einen Schwimmer. Sinkt dieser bis in ein gewisses Niveau, so nehmen die Kolben eine solche Stellung im Zylinder ein, daß durch die Röhren Dampf und Wasser strömen kann; wenn aber der Kessel gehörig gefüllt ist, so stellt der Schwimmer die Kolben in ihrem Zylinder so ein, daß sie die Röhren abschließen.

Der zweckmäßigste unter diesen selbstthätigen Speiseapparaten ohne Pumpen scheint der von Higginbotham und Gray (Pract. Mech. Journ. 1851) zu sein. Derselbe ist in Fig. 18 (Taf. 50) im Vertikaldurchschnitt in $^1/_{16}$ natürlicher Größe dargestellt. An den Boden des Reservoirs B ist der kurze Zylinder A, der Kondensator, angegossen. Die beiden Röhren E und D, auf welchen das Reservoir ruht, münden in den Kessel ein, und zwar reicht D bis zum normalen Wasserspiegel, E bis nahe zum Kesselboden. Ueber D liegt das an den Kondensator A angegossene Rohr I und am oberen Ende des letzteren das sich nach unten öffnende Ventil J, welches durch die Stange L und das Oehr N mit dem Hebel P verbunden ist. Dieser Hebel schwingt um die Axe Q und trägt an seinem kürzeren Arme

das Laufgewicht R. Der längere Arm hat die Form eines Rahmens, welcher das um die Axe v schwingende Becken T umfaßt. Das Becken erhält seinen Wasserzufluß durch ein Rohr V, in welchem sich ein durch einen Schwimmer X in Bewegung gesetzter Hahn W befindet. S ist ein Abflußrohr zum Ableiten des überflüssigen Wassers, und O ein Rohr zum Ableiten der Luft aus dem Kondensator. Um den zu starken Wallungen unterhalb des Rohrs D vorzubeugen, läßt man das untere Ende desselben in ein Gefäß a einmünden, welches vermittelst seiner Fußplatte b an dem Rohre E befestigt ist. Y sind Widerhalte, welche verhindern, daß das Becken T zu weit zurückschlägt, nachdem es sich entleert hat. Die Wirkungsweise dieses Apparats ist folgende: Wenn der Wasserspiegel unter die Mündung von D sinkt, so tritt Dampf durch die Röhren D und I und den Kanal M in den Kondensator A, wo er sich verdichtet und einen luftverdünnten Raum erzeugt. Dadurch wird das Ventil A' nach innen geöffnet, und aus dem Reservoir B Wasser in den Kondensator A übergeführt. Bald aber nimmt der Dampf in dem Kondensator die Spannung im Kessel an und drückt das im Kondensator befindliche Wasser durch das Speiserohr E in den Kessel. Unterdessen hat sich das Becken T durch den kontinuirlichen Zulauf mit Wasser gefüllt, und da bei einer gewissen Füllung das Gleichgewicht desselben aufgehoben wird, auch entleert. Dadurch wird das Moment des längeren Hebelarms kleiner, und dieser steigt plötzlich und verschließt das Ventil J. Da aber der Wasserzufluß zum Becken T sofort wieder beginnt, so sinkt auch der längere Hebelarm bald wieder, öffnet das Ventil J und bewirkt die Wiederholung des vorigen Spiels.

In neuerer Zeit werden sehr häufig die Kessel größerer Maschinen durch besondere kleine Dampfmaschinen, Dampfpumpen (petit cheval; donkey engine), gespeist, die bei geringem Dampfverbrauche die Füllung des Kessels sehr schnell bewirken. Von den vielfachen Modifikationen, in welchen man dieselben bereits ausgeführt findet, sollen im Folgenden nur die wichtigsten Konstruktionen angegeben werden.

Fig. 19 und 20 zeigen im vertikalen Längendurchschnitt und in der Seitenansicht, in $\frac{1}{16}$ natürlicher Größe, die Carrett'sche Dampfpumpe (Pract. Mech. Journ. 1850) mit zwei Windkesseln. Der Dampfzylinder A ruht, mit der Stopfbüchse nach unten, auf der

Platte B, und diese vermittelst der Ständer C auf dem Pumpenkasten D. E ist das Dampfrohr, F der Schieberkasten, G das Exzentrik für den Schieber, H eine gekröpfte Welle mit einer Pfanne, welche in dem Gleitrahmen J läuft. Mit diesem ist oben die Dampfkolbenstange I, unten der Pumpenkolben L verbunden. Von dem Pumpenstiefel M führt ein Kanal N nach dem Saugventile P und dem Rohre O, welches unten in den Windkessel Q mündet. Dieser steht mit einem an der anderen Seite befindlichen Windkessel U für das Druckrohr in Verbindung. R ist das Saugrohr, V das Steigrohr. Für Pumpen von drei Pferdekräften und mehr ersetzt Carrett den Gleitrahmen durch eine Kurbelstange und vertikale Geradführung. Wird die Maschine nicht zum Pumpen gebraucht, so kann man die Preßschrauben a, welche den Pumpenkolben mit dem Gleitrahmen verbinden, lösen und die Welle irgend einer Arbeitsmaschine durch das Universalgelenk W mit der Schwungradwelle der Maschine verbinden.

Eine liegende Dampfpumpe dieser Art, jedoch ohne Windkessel, ist abgebildet und beschrieben im Bull. de la soc. de Mulhouse 1853.

Die doppeltwirkende Dampfpumpe von Worthington und Baker (Lond. Journ. 1852), ursprünglich amerikanischer Erfindung, ist in Fig. 21 im Vertikaldurchschnitt dargestellt. Der Dampfkolben a und der Pumpenkolben b, welcher mit Metall gelidert ist, sind an einer gemeinschaftlichen Kolbenstange befestigt. Die Saugventile d d und die Druckventile e e bestehen aus Kautschukscheiben, welche sich an messingenen Führungsspindeln mit Aufhaltknöpfen heben und senken. Die Ventilsitze bestehen aus mit kreisförmigen Bohrungen versehenen Platten. Die Löcher h h an den Enden des Pumpenkolbens dienen dazu, nach beendigtem Hube eine Kommunikation zwischen den beiden Abtheilungen des Pumpenzylinders herzustellen, wodurch der Stoß vermieden wird. Der Dampfschieber i wird durch die Knagge k bewegt, welche an der Kolbenstange befestigt ist und abwechselnd gegen die Muttern l und m stößt. In der Fortsetzung der Schieberstange liegt ein Kolben n, der sich in einem mit Dampf erfüllten Zylinder bewegt, gewissermaßen ein Dampfbuffer, der die Stöße bei der Umsteuerung aufnimmt. Um die Pumpe in Gang zu bringen, setzt man den Handhebel r in Eingriff mit der Mutter l, wobei er die punktirte Stellung annimmt. Nachdem man den Schieber einige Male auf diese Weise bewegt hat, überläßt man seine Umsteuerung der Knagge k.

Eine nach diesem Prinzipe gebaute Pumpe befand sich auf der Pariser Ausstellung vom Jahre 1855, ausgestellt von Reed in Newyork.

Schäfer und Budenberg bringen an der gemeinschaftlichen Kolbenstange einen Knopf an und lassen denselben gegen einen Winkelhebel wirken, dessen Axe ein Vierweghahn ist. Durch diesen wird die Dampfvertheilung in einem kleinen Steuerzylinder bewirkt, an dessen Kolbenstange auf der einen Seite der Dampfschieber, auf der anderen anstatt der Pumpenventile ein Pumpenschieber angebracht ist. —

Das Speisewasser soll in möglichst warmem Zustande in den Kessel eingeführt werden. Diese Bedingung erfüllt sich bei Kesseln, deren Betriebsmaschinen mit Kondensation arbeiten, von selbst. Wenn aber der verbrauchte Dampf aus den Maschinen in die freie Luft abgeführt wird, so muß zu diesem Zwecke ein besonderer Vorwärmer angebracht werden. Bei diesen Apparaten benutzt man in der Regel die Wärme des verbrauchten Dampfes.

Ein sehr zweckmäßiger Vorwärmer ist der von Legris unp Choisy (Bull. de la soc. d'enc. 1853). In das unten durch einen Boden geschlossene Ausblaserohr wird von der Seite der verbrauchte Dampf und von unten das kalte Speisewasser eingeführt. Das Speiserohr reicht bis in die Höhe, in welcher das Dampfrohr in das Ausblaserohr einmündet, und ist hier mit einer Brause versehen, damit das Wasser aus demselben in Gestalt von Regen austritt. Dadurch wird ein Theil des verbrauchten Dampfes kondensirt und das Speisewasser bis zu einem ziemlich hohen Grade erwärmt. Das erwärmte Speisewasser fließt durch ein am Boden des Ausblaserohrs angesetztes Rohr in ein Reservoir ab, aus welchem es durch ein Saugrohr von der Pumpe weggehoben wird. Ein Schwimmer in diesem Reservoir, dessen Bewegung durch einen Winkelhebel auf einen Hahn im Kaltwasserrohr übertragen wird, regulirt die Menge des dem Ausblaserohr zufließenden Speisewassers.

Sehr häufig findet man folgende Konstruktion des Vorwärmers: In einen parallelepipedischen Kasten mündet von unten herein das bis nahe an den Deckel des Kastens reichende Ausblaserohr, das oberhalb des Deckels wieder weiter fortgesetzt ist. Das Kaltwasserrohr, welches noch über der Mündung des Ausblaserohrs, der ganzen Länge des Kastens nach, fortgesetzt ist, hat viele feine Löcher, aus denen das Wasser in Gestalt feiner Strahlen austritt. Das Saugrohr

ist unmittelbar an den Kasten angesetzt. Das Volumen des Kastens macht man 12—14 Mal so groß, als das Volumen des Dampfzylinders.

Belly und Chevalier (Gén. ind. 1856) bedienen sich eines Röhrensystems, durch welches der verbrauchte Dampf strömt, während das zu erwärmende Speisewasser die Röhren von allen Seiten umgiebt. Für einen Kessel von 30 Pferdekräften verwenden sie einen zylindrischen Vorwärmer von 60—70 Centim. Durchmesser mit 500 Kupferröhren von 10—15 Mill. Weite.

Weniger in Gebrauch gekommen sind diejenigen Vorwärmer, bei denen man sich der abgehenden Flamme zum Anwärmen des Speisewassers bedient. Man hat dies z. B. dadurch zu erreichen gesucht, daß man das Speiserohr in Spiralwindungen durch den Rauchabzug legte, oder dadurch, daß man den Kessel mit zwei Flammenrohren versah und durch diese das Speiserohr hindurchführte. Diese Anordnungen eignen sich höchstens für transportable Dampfmaschinen. —

Jedes Speisewasser enthält mehr oder weniger erdige Beimengungen, welche bei der Verdampfung als sog. Kesselstein (incrustations; sediment) in Form fester Krusten zurückbleiben. Dieser Kesselstein legt sich fest an die Wände und führt dadurch zu mancherlei Uebelständen. Das Durchdringen der Wärme zum Wasser wird in Folge der vergrößerten Wanddicke, um so mehr als der Kesselstein ein schlechter Wärmeleiter ist, gehemmt; andererseits aber kann auch das im Innern befindliche Wasser die Kesselwand nicht gehörig abkühlen, so daß diese unter Umständen glühend wird. Die Folge hiervon ist, daß die Kesselbleche bauchig werden, durchbrennen, ja im schlimmsten Falle, wenn die Kesselsteinablagerungen über einer glühenden Fläche sich plötzlich ablösen, Explosionen veranlassen.

Man hat dieser Kesselsteinbildung durch eigenthümliche Konstruktionen der Kessel entgegenzuarbeiten, oder wenigstens sie unschädlich zu machen gesucht, indem man den Kesseln doppelte Böden gab, oder einen besondern Hülfskessel anlegte, oder endlich eine Welle mit Schraubenflügeln oder mit Armen, an denen kurze Kettenstücke aufgehängt waren, durch den Kessel hindurchführte. Alle diese Mittel haben sich aber als unzureichend gezeigt. Gleich mangelhaft und sogar nachtheilig ist es, große Massen scharfkantiger Körper, wie Blechschnitzel oder zerstoßenes Glas, in den Kessel einzuwerfen, weil diese

Körper sich bald mit den Ablagerungen mischen und sich dann noch fester an die Kesselwand anlegen, als es der Kesselstein allein thut. Die besten Resultate unter allen diesen rein mechanischen Mitteln sollen kleine Kieselsteine in der Größe einer Nuß gegeben haben, welche in solcher Menge in den Dampfkessel geschüttet wurden, daß sie den Boden desselben 1—1¼" hoch bedeckten.

Ein sehr allgemein angewendetes Mittel zur Verhütung des Kesselsteins sind die Kartoffeln. Aus dem in ihnen enthaltenen Stärkemehl bildet sich ein gummiähnlicher schleimiger Körper, welcher das Wasser trübe macht und die niederfallenden Ablagerungen mit einer schleimigen Hülle umgibt, so daß sich dieselben nicht fest an die Kesselwand anlegen können. Aehnlich wirken Fette, Oele, Talg. So empfiehlt Kennedy eine Mischung von 3 Theilen gepulvertem Graphit und 18 Theilen geschmolzenem Talg, mit welcher die Innenwände einzureiben sind. Es soll sich dann kein Kesselstein absetzen, vielmehr soll sich nur eine salzartige Ablagerung bilden, welche mit dem Besen ausgekehrt werden kann. Die von Sibbald angegebene Metalline, bestehend aus Graphit, Talg und Holzkohle, setzte nach Elsner's Bericht einen bräunlichen, pulverförmigen Bodensatz ab, welcher sich leicht entfernen ließ. In der Wirkung gleich, aber bequemer in der Anwendung ist Ashworth's Mischung von 33 Gallon Steinkohlentheer, 21 Gallon Leinsamenabsud, 5 Pfund gepulvertem Graphit und 8 Pfund spanischer Seife, von welcher Mischung einem Kessel von 30 Pferdekräften 1 Gallon zugesetzt wird.

Gerbstoffhaltige Substanzen sind in den verschiedensten Zusammensetzungen vorgeschlagen worden, als Abkochungen von gemahlener Eichenrinde, Abkochungen von verschiedenen Hölzern, eichene Scheite, Gelbholzscheite, Sägespäne von Mahagoni- oder Eichenholz, Katechupräparate, Tormentillwurzel, die antipetrifying mixture von Delfosse aus gerbstoffhaltigen Substanzen mit Soda, Potasche und Kochsalz, u. s. w. Aus dem kohlensauren Kalk des Wassers bildet sich unlöslicher gerbsaurer Kalk, welcher sich als Niederschlag ausscheidet, ohne sich an die Wandungen der Gefäße in fester Form anzulegen. Von den Sägespänen ist zu erwähnen, daß sie zwar den beabsichtigten Erfolg ebenso, wie die übrigen genannten Mittel, geben; allein sie können leicht in die Ventile, Hähne oder Röhren eindringen

und möglicherweise dadurch für den Betrieb der Maschine Uebelstände mit sich führen, die wohl in Anschlag zu bringen sind.

Stärkezucker, Dextrinsyrup (Winckelmann's Lithophagon), Zichorienwurzel besitzen ebenfalls die Eigenschaft, das Anlegen festen Kesselsteins zu verhindern, indem sie nur einen schleimartigen, bräunlichen, leicht zu entfernenden Niederschlag bilden. Diese Mittel haben noch den großen Vortheil, daß sie weder dem sich entwickelnden Dampfe fremde Bestandtheile zuführen, noch irgend einen schädlichen Einfluß auf die Maschinentheile selbst ausüben. Sie können also besonders auch dann Anwendung finden, wenn der Dampf frei von fremden Beimischungen sein muß, wie in Färbereien, Waschanstalten, Kochanstalten u. s. w.

Von der Annahme ausgehend, daß der Kesselstein meistentheils aus Gyps bestehe, schlug Fresenius die Anwendung von Soda oder Potasche vor. Durch den Zusatz von Soda oder Potasche zu gypshaltigem Speisewasser wird nämlich die Ausscheidung von Gyps verhindert, weil derselbe dadurch in kohlensauren Kalk umgeändert wird, welcher als weißer, pulverförmiger, schlammiger, lockerer Bodensatz während des Kochens sich ausscheidet und in diesem Zustande leicht entfernt werden kann. Es ist jedoch hierbei zu bemerken, daß man die Soda in krystallisirtem Zustande anwenden muß, weil sie in unreinem Zustande bei längerem Gebrauche die Kesselwände angreift. Aehnlich wie Soda und Potasche wirkt das von Dam vorgeschlagene Aetzkali oder Aetznatron; nur scheidet sich hierbei nicht kohlensaurer Kalk, sondern Aetzkalk aus.

Ritterbrandt wendet Ammoniakverbindungen, wie Salmiak, essigsaures, salpetersaures, kohlensaures Ammoniak, an, um theils die Bildung des Kesselsteins zu verhindern, theils den schon gebildeten wieder aufzulösen. Unter den genannten Salzen ist seiner Wohlfeilheit halber der Salmiak vorzuziehen. Aus dem im Speisewasser enthaltenen kohlensauren Kalk oder Gyps bilden sich durch den Zusatz von Ammoniakverbindungen in Wasser lösliche Kalksalze, also z. B. bei Anwendung von Salmiak, in Wasser lösliches Chlorkalzium und kohlensaures Ammoniak oder Chlorkalzium und schwefelsaures Ammoniak. Der erste Fall findet Statt, wenn das Speisewasser kohlensauren Kalk, der zweite, wenn es Gyps enthält; in beiden Fällen kann sich kein fester Kesselstein bilden. Hiernach ist der Salmiak, dem nach Elsner's Angabe

mit Vortheil etwas Holzessig zugesetzt werden kann, ein Mittel, welches als ein in allen Fällen die Kesselsteinbildung verhindernder Zusatz empfohlen werden kann. In Färbereien ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß das mit dem Wasserdampfe entweichende kohlensaure Ammoniak möglicherweise störend auf aufgelöste Farbstoffe einwirken kann.

In neuester Zeit hat Duclos de Boussois eine Lösung von krystallisirtem Chlorbarium vorgeschlagen, welcher $1/5$ Salzsäure zugesetzt ist. Das Chlorbarium zersetzt den im Speisewasser enthaltenen Gyps, wodurch schwefelsaurer Baryt und Chlorkalzium entstehen, und der kohlensaure Kalk wird durch die Salzsäure unter Austreibung von Kohlensäure ebenfalls in Chlorkalzium verwandelt. Es werden auf diese Weise nur schwefelsaurer Baryt, welcher sich nicht fest anlegt, und das leicht lösliche Chlorkalzium gebildet.

Cousté's Mittel, das Speisewasser vor der Einführung in den Kessel in einem besonderen Gefäße, dem sog. Ueberhitzer, bei 150° zu sieden, gründet sich darauf, daß sowohl der Gyps, als die Kalkerde bei 150° völlig unlöslich sind. Das Wasser wird aus dem Ueberhitzer entweder, bei Hochdruckmaschinen, mit derselben Temperatur von 150° in den Kessel übergeführt, oder, bei Tief- und Mitteldruckmaschinen, vorher filtrirt, wozu Cousté das Fonvielle'sche Filter empfiehlt.

2) Reinigen des Kessels. Von Zeit zu Zeit muß das Wasser aus dem Kessel abgelassen werden, entweder theilweise, um denjenigen Theil des Wassers, welcher den meisten Schmutz oder Schlamm enthält, zu entfernen, das sog. Abblasen (vidanger; blow off); oder vollständig, um den Kessel reinigen und befahren zu können. Zu diesem Zwecke ist in die erste über dem Roste liegende Platte von innen ein konischer Stahlzapfen eingetrieben, der, wenn die Entleerung vor sich gehen soll, von außen in das Innere des Kessels hereingeschlagen wird. Statt der Zapfen wendet man auch vielfach Hähne, oder besser, da die Hähne in Folge der Reibung an den harten Kesselsteintheilchen leicht undicht werden, Ventile zum Abblasen an. Ein solches Abblaseventil (Scholl, Führer d. Masch. 4. Aufl.) stellt Fig. 22 (Taf. 50) im Vertikaldurchschnitt dar. Das Ventil wird durch einige Umdrehungen der Ventilschraube vermittelst eines auf seinen Zapfen aufgesteckten Schlüssels gehoben, worauf das Kesselwasser in der Richtung des Pfeils durch das Ventilgehäuse ausströmt.

Will man den Kessel vollständig reinigen, so muß alles Wasser abgelassen, und der Kessel hierauf befahren werden. Man gibt deshalb jedem größeren Kessel ein Mannloch (trou d'homme; manhole), eine elliptische Oeffnung von 340 Mill. Breite und 420—470 Mill. Länge. Das Mannloch ist für gewöhnlich durch eine flache schmiedeiserne Platte geschlossen, die mit vielen Bolzen auf einem besonders zu diesem Zwecke aufgesetzten Hute befestigt ist, oder man bedient sich zum Verschluß desselben, wie Fig. 23 zeigt, einer kräftigen schmiedeisernen, oder, wenn es die Gesetze gestatten, gußeisernen Platte a, die der Kesselwölbung gemäß gebogen ist und sich auf den innern Rand des Mannlochs, durch Mennige abgedichtet, auflegt. Der Rand des Mannlochs ist durch einen aufgenieteten Ring, die Deckplatte durch eine zweite aufgenietete Platte verstärkt. Zwei Schrauben c, ebenfalls mit dem Deckel vernietet, gehen durch zwei Bügel d, deren Füße sich auf den Rand des Mannlochs stellen. Mittelst dieser Schrauben wird der Deckel, an welchem sich zur bequemen Handhabung desselben ein Griff e befindet, fest gegen den innern Rand der Kesselwandung gezogen. Die Breite des Deckels ist so zu wählen, daß die Deckplatte bei gehöriger Auflage für den Kranz bequem durch das Loch hindurch eingesetzt werden kann.

Wenn das Wasser eines Kessels abgelassen und der Kessel fahrbar ist, was gewöhnlich 12 Stunden nach der Entleerung der Fall ist, so wird der Kesselstein losgeschlagen, was durch Hämmer mit meißelartigen Schneiden geschieht, und die entblößte Metallfläche mit Wasser rein abgebürstet. Dann wird der Zapfen wieder eingeschlagen, oder das Ventil niedergeschraubt, und der Kessel von neuem mit Wasser gefüllt.

3) Wasserstandszeiger. — An jedem Dampfkessel müssen ferner Apparate angebracht sein, vermittelst welcher man den Stand des Wassers in demselben erkennen kann. Am gewöhnlichsten bedient man sich hierzu der Schwimmer, der Probirhähne oder der Wasserstandsgläser. In neuerer Zeit sind hierzu die magnetischen Wasserstandszeiger gekommen.

Der Schwimmer (flotteur; float) besteht in der Regel in einem doppelarmigen Hebel, der an dem einem Ende den im Niveau des Wasserspiegels liegenden Schwimmerstein und an dem andern ein Gegengewicht zur Ausgleichung des Steingewichts trägt. Der

Schwimmerstein ist vermittelst eines Drahtes, welcher durch eine Stopfbüchse in den Kessel eingeführt ist, an dem Hebel aufgehängt. Der Hebel selbst ist des leichtern Ganges wegen auf eine Schneide, statt auf eine zylindrische Axe aufgelagert. Die Größe des anzubringenden Gegengewichts läßt sich, mit Vernachlässigung der außerordentlich kleinen Reibung an der Schneide, aus dem absoluten und spezifischen Gewichte des Schwimmers auf folgende Weise bestimmen. Ist das Gewicht des Schwimmers in der Luft G_1, und taucht derselbe zur Hälfte in das Wasser ein, so verliert er in dieser Lage an Gewicht das Gewicht des verdrängten Wassers, oder wenn das mittlere spezifische Gewicht desselben mit ε bezeichnet wird, $\frac{G_1}{2\varepsilon}$. Das zur Ausgleichung dienende Gegengewicht muß also sein:

$$G = G_1 - \frac{G_1}{2\varepsilon} = G_1\left(1 - \frac{1}{2\varepsilon}\right).$$

Statt des doppelarmigen Hebels kann man sich auch einer Leitrolle bedienen und über diese eine Kette legen, welche auf der einen Seite an den Schwimmerdraht angeschlossen ist und auf der anderen das Gegengewicht trägt. Die Höhe des Wasserspiegels wird an einer hinter dem Gegengewichte angebrachten festen Skale abgelesen, oder man versieht das Gestell der Rolle mit einem vertikal nach oben gerichteten festen Zeiger und den Umfang der Rolle, welcher dem Zeiger zunächst liegt, mit einer Eintheilung.

Es ist zweckmäßig, den Schwimmerstein in ein innerhalb des Kessels befestigtes durchlöchertes Gefäß einzuhängen, damit die Wallungen des siedenden Wassers möglichst wenig Einfluß auf denselben ausüben.

Häufig versieht man auch die Schwimmer mit Lärmvorrichtungen, welche den Wärter aufmerksam machen, wenn der Wasserspiegel bis zu einer gefährlichen Grenze gefallen ist. Ein zweckmäßiger Apparat dieser Art ist der von Gallafent (Journ. de l'Acad. de l'ind. 1837). Die Stange, an welcher der Schwimmer aufgehängt ist, hat 6—7 Mill. Durchmesser und ist von ihrem oberen Ende bis zur Mitte herab hohl. Am Grunde dieser Aushöhlung ist eine kleine senkrechte Spalte von 2 Mill. Breite und 4—5 Mill. Höhe, durch welche der innere Raum mit der äußeren Luft kommunizirt. 25—30 Mill. über dieser Spalte ist eine zweite, und in gleicher Entfernung

wieder eine dritte. Der untere Theil der Stange ist massiv. Wenn nun der Schwimmer mit dem Wasserspiegel bis zu einem gewissen Grade sinkt, so tritt der hohle Theil der Stange in das Innere des Kessels, und der Dampf erhält durch die unterste Spalte Zutritt zu demselben, entweicht aber sofort mit starkem Geräusch durch das obere Ende der Stange. Die oberen Spalten dienen zur Verstärkung des Geräusches, wenn das erste Zeichen unbeachtet bleiben sollte.

Carret (Pract. Mech. Journ. 1848) schraubt nach Fig. 24 (Taf. 50) an die Schwimmerstange a zwei Kugeln b an, welche bei zu tiefem oder zu hohem Stande gegen den einen Arm des Hebels c treffen und denselben mitnehmen. In den zweiten Arm dieses Hebels ist eine Falle e lose eingelegt und zwar so, daß sie bei der geringsten Bewegung des Hebels ausgelöst und dann auch noch durch das Gegengewicht d um einen Winkel von 90° gedreht wird. Die Axe der Falle ist ein Hahn, welcher in dem nach der Pfeife f führenden Dampfrohre liegt. Sobald daher eine der Kugeln b gegen den Hebel c trifft, wird die Falle e ausgelöst, der Dampfhahn gedreht und der Dampf mit starkem Geräusch durch die Pfeife f in die freie Luft geleitet.

Lethuillier (Publ. ind. vol. VII) ersetzt die Glockenpfeifen durch eine den Kinderpfeifen ähnliche Konstruktion, durch welche ein sehr stark gellender Ton erzeugt wird. Diese Pfeifen bestehen aus einem hohlen, an der einen Seite ausgeschnittenen Zylinder, dessen Inneres mit dem Dampfrohr durch eine 5 Mill. weite Oeffnung kommunizirt. Eine solche Pfeife zeigt B an dem magnetischen Wasserstandszeiger in Fig. 29 und 31. Für Schiffe fertigt Lethuillier vierfache Pfeifen dieser Art, welche einen so gellenden Ton erzeugen, daß man denselben zur See auf 12 Kilometer Entfernung hören soll.

Ein sehr einfaches Mittel, den Wasserstand zu erkennen, sind die Probirhähne oder Wasserstandshähne (robinets de niveau; gauge cocks). Sie gewähren auch hinreichende Sicherheit, wenn die Wallungen im Kessel nicht zu groß sind, also vorzüglich bei Kesseln mit großer Heizfläche und großem Wasserraume, und wenn die erzeugten Dämpfe nicht zu hoch (nicht über 5 Atmosphären) gespannt sind, weil das unter hohem Drucke ausgetriebene und sehr heiße Wasser sich augenblicklich vor der Hahnmündung in Dampf verwandelt und daher von diesem schwer zu unterscheiden ist. Die größte

Verbreitung haben die Probirhähne in England. Bei den Kesseln der Wasserhaltungsmaschinen in Cornwall z. B. findet man nach Dick (Karsten's Arch. Bd. 24) gar keinen andern Wasserstandszeiger, als 3 Probirhähne mit je 3″ Niveaudifferenz.

Die einfachste Anordnung derselben besteht darin, daß man an die Kopfplatte des Kessels oder an ein mit dem Wasser- und Dampfraume des Kessels kommunizirendes vertikales Rohr, durch welches der Vortheil geringerer Niveauschwankungen gewonnen wird, zwei bis vier, gewöhnlich drei Hähne anschraubt, die über, in und unter dem Normalwasserstande liegen. Die Niveaudifferenz zwischen den einzelnen Hähnen beträgt 1½—3″. Durch Eröffnen der einzelnen Hähne erkennt der Heizer, ob im Niveau derselben sich Wasser oder Dampf befindet. Statt dessen kann man auch die Probirhähne über dem Kessel anbringen und vertikale Rohrstücke an dieselben ansetzen, welche in den Kessel einmünden. Das eine dieser Rohrstücke reicht 2″ unter und das andere 2″ über den normalen Wasserspiegel. Bei normalem Wasserstande gibt also der eine Hahn Wasser und der andere Dampf; ist aber der Wasserspiegel um 2″ gesunken, so tritt durch beide Dampf aus.

Man reicht auch mit einem vertikalen Rohrstücke und einem Hahne aus, wenn man das Rohrstück in einer Stopfbüchse verschiebbar macht und die Höhenstellung desselben, bei welcher Dampf oder Wasser auszuströmen beginnt, an einer Skale abliest. Zweckmäßiger noch ist es, das Rohrstück in die freiliegende Kopfplatte des Kessels horizontal einzulegen und es im Innern des Kessels mit einem nach oben rechtwinklig umgebogenen Knie zu versehen. Ein am Rohrstück angebrachter Zeiger, der sich vor einem festen Zifferblatte bewegt, gibt an, bei welcher Stellung das Rohrstück anfängt Wasser zu schöpfen.

Probirventile haben vor den Probirhähnen den Vorzug, daß sie weniger leicht undicht werden. Ihre Anwendung besteht einfach darin, daß man eine im Normalwasserspiegel an die Kopfplatte des Kessels angeschraubte Röhre durch ein Ventil schließt, welches vermittelst eines Hebels oder einer Schraube von seinem Sitze abgehoben werden kann. An dem ausfließenden Wasser oder Dampf erkennt der Heizer, ob das Wasser hoch genug steht oder nicht.

Das sicherste Mittel zur Beobachtung des Wasserstands im Kessel ist das Wasserstandsglas (tube-jauge; water gauge). Die

gewöhnlichste Konstruktion desselben, in Verbindung mit drei Probirhähnen, ist in Fig. 25 abgebildet. A ist eine Glasröhre von 3—6‴ lichtem Durchmesser, 2—3‴ Wandstärke und 6—12″ Länge; dieselbe wird in die Hahnstücke B und C eingeschoben und trifft in denselben gegen feste Ränder. Der ringförmige Raum zwischen den Hahnstücken und der Glasröhre ist mit Hanf, Gummi oder einer ähnlichen Liderung abgedichtet, welche durch die Muttern b und c eingepreßt wird. Durch die Hähne B und C strömt aus dem mit dem Kessel kommunizirenden Rohre E Dampf und Wasser in die Glasröhre, so daß der Wasserstand in dieser eben so hoch, als im Kessel ist. Der Hahn D ist für gewöhnlich geschlossen und wird nur dann geöffnet, wenn das Wasser aus der Glasröhre abgelassen werden soll. F F F sind die Probirhähne.

Mängel der Wasserstandsgläser sind, daß sie leicht springen, sich schwer reinigen lassen und bald im Innern einen dunklen Beschlag ansetzen, der die Durchsichtigkeit des Glases aufhebt. Das Springen hat seine Ursache theils in der Ausdehnung des Glases, theils in dem innern Druck, theils endlich und hauptsächlich in plötzlicher oder ungleichförmiger Erkaltung durch einen von außen antreffenden kalten Luftstrom. Der dunkle Beschlag an der innern Wandfläche besteht aus einem erdigen Niederschlage, welcher sich aus unreinem Kesselwasser absetzt und das Glas trübe, nach einiger Zeit sogar ganz unbrauchbar macht.

Das Springen der Wasserstandsgläser in Folge plötzlicher oder ungleichförmiger Erkaltung hat man auf mannichfache Weise zu verhindern gesucht. Meyer (Bull. de la soc. de Mulh. 1838) schließt das Wasserstandsrohr in ein anderes weiteres oder in einen metallenen, vorn mit einer Glasscheibe versehenen Kasten ein, um die das Glasrohr umhüllende Luft abzuschließen und in gleichförmiger Temperatur zu erhalten. Robinson (Pract. Mech. Journ. 1848) schraubt, wie Fig. 26 zeigt, an die Kopfplatte des Kessels ein messingenes Rahmenstück mit Nuthen, in welchen die starke Glasplatte b eingedichtet ist. Unmittelbar hinter der Glasplatte ist in der Kesselwand ein Schlitz, durch welchen man den Wasserstand im Innern des Kessels beobachten kann.

Goodfellow beschickte die Londoner Ausstellung im Jahre 1851 mit einem Wasserstandszeiger, an welchem das Glas durch Glimmer-

blätter ersetzt war. Derselbe bestand in einem viereckigen, mit dem Kessel kommunizirenden Kasten, dessen vordere und hintere Wand länglich viereckige Durchbrechungen hatten, in welche die Glimmerblätter eingesetzt waren. Goodfellow hat durch Versuche gefunden, daß ein solcher Apparat mit 6" langen und $^3/_4$" breiten Glimmerfenstern von $^1/_{48}$" Stärke einem Drucke von 200 Pfund auf den Quadratzoll widersteht.

Van Wart und Goddard (Lond. Journ. 1838) stellen ihr Wasserstandsrohr aus zwei gußeisernen Rohrstücken und einem zwischen ihnen liegenden Glasrohr her. Alle drei Rohre haben eine gemeinschaftliche vertikale Axe, und ihre Höhenstellung ist so gewählt, daß selbst beim tiefsten Wasserstande im Kessel der Wasserspiegel im Rohre noch im obersten Rohrstücke liegt. Das Glasrohr ist mithin stets mit Wasser gefüllt, wodurch einerseits der Wechsel der Temperatur vermindert und andererseits das Absetzen erdiger Niederschläge verhütet wird. Die Angabe des Wasserstands erfolgt dadurch, daß mit dem Wasserspiegel im oberen Rohrstück ein Schwimmer steigt und fällt, der mit einem nach unten gerichteten Stabe versehen ist. Das untere Ende dieses Stabes ist durch die Glasröhre sichtbar, hinter welcher zur genaueren Beobachtung eine Skala liegt.

Umgekehrt kommt bei dem Wasserstandsglase von Desbordes (Ann. des mines 1852) das Glasrohr nur mit dem Dampfe in Berührung. Der Apparat besteht hier aus einem gußeisernen Rohrstücke und dem Glasrohre, welches in gleicher vertikaler Axe darüber liegt. Die Höhenstellung ist hier so gewählt, daß selbst beim höchsten Stande der Wasserspiegel nicht über das gußeiserne Rohrstück hinaussteigt. Die Schwimmerstange muß natürlich hier nach oben gerichtet sein, um ihre Angaben in dem Glasrohre zu machen.

Eines der zweckmäßigsten Wasserstandsgläser ist das von Echol (Scient. Americ. 1853), welches in Fig. 27 und 28 in zwei Durchschnitten dargestellt ist. B ist das metallene Wasserstandsrohr von $2^1/_2$" lichter Weite, C und D sind die Kommunikationsröhren für den Kessel von $^3/_4$" Weite, G und H sind kurze Röhrenstücke mit konischen Bohrungen. Die letzteren sind an ihren inneren Enden um $^1/_4$" erweitert und bilden dadurch Sitze für hohle Gläser (Uhrgläser), welche, die konkave Seite nach außen gerichtet, die inneren Oeffnungen verschließen. Mit dem Wasserspiegel in B bewegt sich ein Schwimmer

L auf und nieder, an welchem sich eine in Zolle getheilte und mit 1, 2, 3 . . . numerirte Skale befindet. An der Zahl, welche zwischen den Hohlgläsern sichtbar wird, erkennt der Heizer den Wasserstand im Kessel. Das Absetzen erdiger Beschläge kommt bei diesem Wasserstandsglase gar nicht oder nur in sehr geringem Maße vor. Auch ist es nicht leicht zerbrechlich, und sollte ja einmal ein Hohlglas springen, so ist der Zeit- und Kostenaufwand, den die Auswechselung verursacht, ein kaum nennenswerther.

Bei einem im Lond. Journ. 1848 beschriebenen Wasserstandsrohre ist das Glas ganz vermieden. Hier überträgt ein im metallenen Wasserstandsrohre leicht beweglicher Kolben seine Bewegung vermittelst eines Winkelhebels auf einen außerhalb des Apparates liegenden Zeiger, der an einer Skale den Wasserstand angibt.

Es ist mehrfach empfohlen worden, die Wasserstandsgläser oberhalb des Dampfkessels anzubringen. Die dafür angegebenen Einrichtungen bestehen durchgängig aus einer Kombination von Schwimmern und Wasserstandsgläsern, indem die Stange eines im Dampfkessel hängenden Schwimmers mit ihrem oberen Ende in einem Glasrohre den Wasserstand angibt.

Im Jahre 1846 wurde von Amerika aus die Idee angeregt, außerhalb des Kessels eine Magnetnadel anzubringen, welche durch Hebung und Senkung eines Schwimmers veranlaßt wird, sich höher oder tiefer einzustellen und dadurch den Wasserstand anzugeben. Dadurch veranlaßt, gab Esche in der Gewerbezeitung 1847 einen magnetischen Wasserstandszeiger an, welcher aber wahrscheinlich gar nicht ausgeführt worden ist. Dagegen hat der magnetische Wasserstandszeiger von Lethuillier-Pinel (Bull. de la soc. d'enc. 1855) bereits vielfach Anwendung gefunden.

Derselbe ist in Fig. 29—31 in mehreren Ansichten abgebildet. Das messingene Gehäuse A ist durch die gußeiserne hohle Säule C mit dem Dampfkessel verbunden. Die vertikale Stange D, welche an ihrem unteren Ende einen Schwimmer trägt und durch eine Führung a am Fuße der Säule C hindurchgeht, ist an einen Hufeisenmagnet E angeschraubt, dessen Ende b rechtwinklig umgebogen ist und senkrecht gegen die eine Wand des Gehäuses A stößt. Die gegen die Hinterwand stoßende Nase c dient zur Führung. An die den Polen des Magnetes zunächst liegende Außenfläche des Gehäuses A, welche mit

einer Skale versehen ist, legt man einen eisernen oder stählernen Zeiger d an, welcher durch die metallene Gefäßwand hindurch vom Magnete angezogen wird und den Bewegungen desselben folgt. Die Verbindung des Dampfes mit der Pfeife B wird durch eine Stange F unterbrochen, welche unten einen Kegel bildet und mit einer Spiralfeder G umgeben ist, die sie immer von unten nach oben zieht und dadurch den innern Verschluß der Pfeife bewirkt. Das untere Ende dieser Stange ist durch ein Gelenk mit einem Hebel H verbunden, welcher seine Drehaxe in einem kleinen Arme f hat und an seinem Ende in einen vertikal niederhängenden Arm g rechtwinklig umgebogen ist. An das andere Ende des Hebels H ist vermittelst der Gabel h eine Stange I angeschlossen, welche zwischen den beiden Polen des Magnetes hindurchgeht und an ihrem unteren Ende einen Querstab i trägt. Sinkt der Wasserspiegel bedeutend, so legt sich das umgebogene Ende b des Magnetes auf den Stab i auf und übt auf die Stange I einen Zug aus, welcher auf den Hebel H und die Stange F in der Weise fortgepflanzt wird, daß letztere niedergeht. Das Kegelventil an F verläßt seinen Sitz, und der Dampf kann durch die gebildete Oeffnung und die Pfeife B austreten. Uebersteigt dagegen der Wasserspiegel seinen höchsten Stand, so trifft die Nase c gegen den vertikalen Arm g des Hebels H, wodurch ebenfalls die Stange F niedergezogen und die Pfeife in Thätigkeit gesetzt wird.

4) Manometer. — Die Spannung des Dampfes im Kessel wird durch Manometer (manomètre; manometer) angezeigt. Die vorzüglichsten Arten derselben sind: offene und geschlossene Quecksilber-, Kolben- und Federmanometer.

Eine sehr zweckmäßige Konstruktion der offenen Manometer, in Fig. 32 abgebildet, beschreibt Scholl im Führer des Masch., 4. Aufl. a ist das Dampfrohr, b ein Hahnstück, in dessen Büchse das gebogene Rohr c d e eingeschraubt ist. Die Schenkel c und d von je 1,25—1,6 Meter Länge sind bis zur Höhe der Büchse von b mit Quecksilber gefüllt; über d befindet sich das Stück e, in welches das Quecksilber steigt, wenn der Dampf gegen dasselbe drückt, und welches oben ein eisernes Kästchen f trägt. Der Zweck dieses Kästchens ist, das Quecksilber aufzufangen, wenn dasselbe durch zu starken Dampfdruck oder andere Zufälle am oberen Ende von e herausgeschleudert wird. Ueber das Schnurrädchen g geht ein leinener oder

seidener Faden, der im Rohre e einen schmiedeisernen Schwimmer von 6—7 Mill. Durchmesser und 80 Mill. Länge und am anderen Ende über der Tafel h einen Zeiger trägt. Diese zeigt nicht nur an der Tafel die Pfunde und Atmosphären der Ueberdrucksspannung an, sondern dient zugleich als Gegengewicht. Wenn der Kessel kalt ist, steht der Pfeil bei Null und das Quecksilber in c und d gleich hoch; von 0 bis 45 oder von 0 bis 3 sind 45 preuß. Zolle aufgetragen, die an der rechten Seite der Tafel stehen und das Ablesen der Dampfspannung pro Quodratzoll gestatten. Es ist gut, in der Nähe von b an a ein nach außen mündendes Hähnchen anzubringen, durch welches dem kondensirten Wasser ein Ablauf gestattet werden kann. Man ersetzt bisweilen den Schenkel c durch ein Glasrohr, durch welches man den Quecksilberstand unmittelbar beobachtet. Erspart man hierbei auch den Schwimmer und die Leitrolle, so ist doch diese Anordnung nicht zu empfehlen, theils wegen der Zerbrechlichkeit des Glases, theils deswegen, weil das Glas allmählig an Durchsichtigkeit verliert.

Die Eintheilung eines solchen Manometers wird auf folgende Weise gefunden. Wenn der Dampf mit einer Spannung p, durch die Höhe einer Quecksilbersäule ausgedrückt, eine Senkung x des Zeigers hervorbringt, so ist der Niveauunterschied zwischen den Quecksilberspiegeln in den beiden Schenkeln 2 x; auf den Schenkel d wirkt aber noch der Atmosphärendruck a; es ist daher

$$p = 2x + a, \text{ oder}$$

$$x = \frac{p - a}{2}.$$

Berücksichtigt man noch, daß der Schenkel c immer mit Kondensationswasser gefüllt ist, dessen Höhe x durch die Höhe $\frac{x}{\varepsilon}$ einer Quecksilbersäule gemessen wird, wenn ε das spezifische Gewicht des Quecksilbers bezeichnet, so wird

$$p + \frac{x}{\varepsilon} = 2x + a, \text{ oder}$$

$$x = \frac{\varepsilon(p - a)}{2\varepsilon - 1}.$$

Da nun der Druck einer Atmosphäre einer Quecksilbersäule von 29 pr. Zollen entspricht, so wird für p und a in Atmosphären:

$$x = \frac{13,6 \,.\, 29\,(p - 1)}{26,2} = 15\,(p - 1) \text{ Zoll.}$$

Soll auf der Skale der Ueberdruck angegeben werden, so wird für den kalten Kessel oder $p - 1 = 0$, $x = 0$; für $p - 1 = 1$, $x = 15$; für $p - 1 = 2$, $x = 30$ u. s. w., wie oben angegeben wurde. Nach französ. Maß wird

$$x = 394\,(p - 1) \text{ Mill.}$$

Die große Höhe, welche man den offenen Manometern dieser Konstruktion bei Hochdruckkesseln geben muß, wird bei den offenen Differenzialmanometern, die man in der Hauptsache auf dreierlei verschiedene Weise ausgeführt hat, vermieden. Der ersten Klasse gehören diejenigen Differenzialmanometer an, bei welchen eine gebogene Röhre mit einer größeren Anzahl von Schenkeln den Druck des Dampfes durch eine abwechselnd aus Quecksilber und Wasser bestehende Füllung bis zur Skale fortgepflanzt; der zweiten diejenigen, bei welchen der Schenkel, in dem der Dampfdruck wirkt, eine geringere Weite hat, als der, der den Dampfdruck anzeigt; der dritten endlich diejenigen, bei welchen der Dampf gegen die kleinere Fläche eines Kolbens drückt, während die Fortpflanzung des Drucks auf das Quecksilber vermittelst einer größeren Fläche desselben Kolbens erfolgt.

Ein Differenzialmanometer der ersten Klasse ist das von Richard (Ann. des mines 1845), von welchem Fig. 33 den Längendurchschnitt darstellt. Die Einmündung des Dampfes ist bei A; A B, C D, E F . . . sind die hinteren Röhrenschenkel des Instruments, die vor dem Gebrauche halb mit Quecksilber und halb mit Wasser angefüllt werden. Das Endstück G H ist gläsern und liegt vor einer Skale, an welcher der Quecksilberstand abgelesen wird. Damit bei einem Dampfstoße das Quecksilber nicht aus der Röhre verschüttet werde, ist dieselbe durch die Querröhre M mit einer weiteren Röhre N N verbunden, in welcher sich das übergetriebene Quecksilber sammeln kann.

Die Eintheilung der Skale ergibt sich aus folgender Betrachtung: Ist die Steighöhe des Quecksilbers x, so ist bei durchgängig gleicher Röhrenweite die Niveaudifferenz zwischen den Quecksilberspiegeln in allen Röhren $2\,x$. Diesem Quecksilberdrucke wirkt in jedem Schenkelpaare der Wasserdruck $\frac{2\,x}{\varepsilon}$ entgegen, wenn ε das spezifische Gewicht des Quecksilbers bezeichnet, und es wird daher durch je zwei

Schenkel der Druck $2x\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)$ fortgepflanzt, oder bei n Schenkeln:

$$\frac{n}{2} \cdot 2x\left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) = \frac{n\,x}{\varepsilon}\,(\varepsilon - 1).$$

Nennt man noch p den Dampfdruck im Kessel, durch die Höhe einer Quecksilbersäule gemessen, und ebenso a den äußern Luftdruck gegen den letzten Röhrenschenkel, so wird:

$$p - a = \frac{n\,x}{\varepsilon}\,(\varepsilon - 1),$$

oder werden p und a in Atmosphären und x in preuß. Zollen ausgedrückt,

$$29\,(p - 1) = \frac{12{,}6\;n\,x}{13{,}6},$$

$$x = 31{,}3\left(\frac{p-1}{n}\right) \text{ Zoll;}$$

nach französischem Maße:

$$x = 820\left(\frac{p-1}{n}\right) \text{ Millimeter.}$$

Hiernach ergibt sich z. B. für 6 Schenkel:

$p - 1 = 0;$	$x = 0$	Zoll oder	0	Millim.,
$p - 1 = 1;$	$x = 5{,}2$	„ „	137	„
$p - 1 = 2;$	$x = 10{,}4$	„ „	273	„
$p - 1 = 3;$	$x = 15{,}6$	„ „	410	„
$p - 1 = 4;$	$x = 20{,}9$	„ „	547	„

u. s. w.

Der zweiten Klasse gehört das in Fig. 34 in der Vorderansicht dargestellte Differenzialmanometer von Desbordes (Polyt. Centralbl. 1845) an. Der Dampf tritt durch A in den Behälter B, welcher, sowie das sich an denselben anschließende Rohr C, stets voll Kondensationswasser ist. In die beiden parallelen Schenkel C und D, welche sowie B aus Eisen sind, wird so viel Quecksilber eingegossen, daß dasselbe bis nahe an den ersten Theilpunkt der Skale reicht. An das obere Ende von D schließt sich ein Glasrohr F, welches oberhalb wieder mit dem Rohre G verbunden ist, das an seinem unteren Ende in den oben offenen Behälter H hineinragt und das bei zu großem Drucke übersteigende Quecksilber in diesen hineinführt. Sinkt nun unter dem

Einfluß des Dampfdrucks der Quecksilberspiegel in C und steigt in D, so wird die Größe, um welche er in dem Glasrohr F steigt, von dem Verhältnisse $\frac{F}{F_1}$ der Querschnitte von F und C abhängig. Mit Beibehaltung der früheren Bezeichnungen wird der Niveauabstand $= x + \left(\frac{F}{F_1}\right) x$, wozu der Atmosphärendruck a kommt; von der Dampfseite aus beträgt der Druck, wenn h die Höhe des mit Kondensationswasser gefüllten Behälters B bezeichnet, $p + \frac{h}{\varepsilon} + \left(\frac{F}{F_1}\right) \frac{x}{\varepsilon}$; daher wird:

$$x + \left(\frac{F}{F_1}\right) x + a = p + \frac{h}{\varepsilon} + \left(\frac{F}{F_1}\right) \frac{x}{\varepsilon},$$

$$x = \frac{\varepsilon\ (p - a) + h}{\varepsilon + \frac{F}{F_1} (\varepsilon - 1)}.$$

Werden p und a in Atmosphären ausgedrückt und $\varepsilon = 13{,}6$ eingesetzt, so wird

$$x = \frac{394{,}4\ (p - 1) + h}{13{,}6 + 12{,}6 \left(\frac{F}{F_1}\right)} \text{ Zoll oder}$$

$$x = \frac{10336\ (p - 1) + h}{13{,}6 + 12{,}6 \left(\frac{F}{F_1}\right)} \text{ Millim.}$$

Setzen wir beispielweise $\frac{F}{F_1} = 5$, so wird

$$x = 5{,}15\ (p - 1) + 0{,}013\ h \text{ Zoll oder}$$
$$x = 135\ (p - 1) + 0{,}013\ h \text{ Mill.}$$

Die Skale muß mithin bei 0,013 h über dem Quecksilberspiegel beginnen, und jeder weitere Atmosphärendruck wird durch eine Höhe von 5,15 Zoll oder 135 Mill. ausgedrückt.

Das Manometer von Thomas (Bull. de la soc. d'enc. 1843) unterscheidet sich von dem vorbeschriebenen dadurch, daß es einen Schwimmer hat, dessen Stand vermittelst einer um eine Leitrolle geschlagenen Schnur angegeben wird.

Die dritte Klasse der Differenzialmanometer wurde von Galy-Cazalat (Bull. de la soc. d'enc. 1846) angegeben. Zwischen dem

Quecksilber und dem Dampfe liegen zwei Kautschukmembranen, die vollkommen biegsam und undurchdringlich sind. Die Membran, welche direkt vom Dampfe getroffen wird, drückt einen Kolben ohne Reibung mehr oder weniger, höchstens 1 Mill., in die Höhe; dieser Kolben bildet die Kolbenstange eines nmal so großen Kolbens, welcher sich gegen die zweite Membran anlegt und durch dieselbe das Quecksilber für jede Atmosphäre Dampfdruck nur um $\frac{29}{n}$ statt 29 Zoll oder $\frac{760}{n}$ statt 760 Mill. zum Steigen bringt. Hiernach beträgt bei 5 Atmosphären die höchste Quecksilbersäule $5 \cdot \frac{29}{n}$ Zoll oder $5 \cdot \frac{760}{n}$ Mill., oder z. B. für $n = 4^2 = 16$; $5 \cdot \frac{29}{16} = 9$ Zoll oder $5 \cdot \frac{760}{16} =$ 237,5 Mill.

Das Manometer mit geschlossener Glasröhre besteht aus einem mit Quecksilber gefüllten Metallgefäß, in welches eine unten offene und oben geschlossene Glasröhre einmündet. Beim Atmosphärendruck steht der Quecksilberspiegel im Gefäß und in der Glasröhre auf gleicher Höhe; wird aber der Dampf gespannt, so steigt das Quecksilber und drückt die Luft in der Glasröhre nach dem Mariotte'schen Gesetze zusammen. Die Eintheilung der Skale wird auf folgende Weise erhalten. Die Länge der Röhre sei l, und der Quecksilberstand über dem Niveau im Gefäße x, wenn die Luft in der Röhre bis zur Spannung p_1 komprimirt ist; dann ist nach dem Mariotte'schen Gesetz:

$$\frac{p_1}{a} = \frac{l}{l - x}, \text{ oder } p_1 = \frac{a\,l}{l - x}.$$

Außerdem wirkt dem Dampfdrucke p noch die Quecksilbersäule von der Höhe x entgegen: und es ist daher:

$$p = x + \frac{a\,l}{l - x}.$$

oder wenn man p und a in Atmosphären ausdrückt und l in ein bequemes Verhältniß zu a bringt, indem man $\frac{l}{a} = m$ (vielleicht $\frac{1}{2}$) setzt,

$$x = \frac{a}{2}\left[p + m - \sqrt{(p + m)^2 - 4\,m\,(p - 1)}\right].$$

Diese Formel gibt:

$$\text{bei } m = \frac{1}{2},$$

für	$p = 1$,	$x = 0$	Zoll	oder	0 Mill.
„	$p = 2$,	$x = 6,36$	„	„	167 „
„	$p = 3$,	$x = 9,10$	„	„	239 „
„	$p = 4$,	$x = 10,51$	„	„	275 „
„	$p = 5$,	$x = 11,35$	„	„	298 „

u. s. w.

$$\text{bei } m = 1,$$

für	$p = 1$,	$x = 0$	Zoll	oder	0 Mill.,
„	$p = 2$,	$x = 11,08$	„	„	290 „
„	$p = 3$,	$x = 16,99$	„	„	445 „
„	$p = 4$,	$x = 20,22$	„	„	530 „
„	$p = 5$,	$x = 22,15$	„	„	581 „

u. s. w.

Die geschlossenen Manometer verlieren im Laufe der Zeit an Genauigkeit, weil das Volumen der eingeschlossenen Luft durch Oxydation des Quecksilbers sich vermindert. Man erkennt dies daran, daß das Instrument beim Atmosphärendruck eine höhere Spannung angibt, und das Quecksilber das Glas benetzt. Verhindern kann man dies nur dadurch, daß man statt der atmosphärischen Luft ein Gas in die Röhre einschließt, welches auf den Zustand des Quecksilbers keine Wirkung äußert, wie Wasserstoff, Stickstoff oder Kohlensäure. Uebrigens sind die geschlossenen Manometer leicht zerbrechlich, schwer zu konstruiren und haben endlich noch den Nachtheil, daß bei hohen Spannungen die Theilungen viel kürzer sind, als bei niedrigen, was besonders bei Hochdruckkesseln fühlbar ist.

Delaveleye (Bull. de l'ind. 1842) hat diesen letzten Uebelstand dadurch zu umgehen gesucht, daß er sein Manometer in Form eines Hyperboloids nach oben zusammenzieht, wodurch bewirkt wird, daß es gleiche Veränderungen in der Dampfspannung auch durch gleich große Veränderungen im Quecksilberstande anzeigt. Es ist jedoch hierbei angenommen, daß der Druck der eingeschlossenen Luft dem des Dampfes gleich sei, während, wie wir oben gesehen haben, die veränderliche Höhe der Quecksilbersäule noch einzuführen ist. Nahier (Gen. ind. 1857) hat in der neuesten Zeit das hyperbolische Manometer insofern

verbessert, als er es von den Einflüssen, welche die veränderliche Temperatur der äußeren Luft auf die Glasröhre, das Quecksilber und die eingeschlossene Luft ausübt, durch Kompensatoren unabhängig gemacht hat.

Das Manometer von Hofmann ist nicht mit Quecksilber, sondern mit Wasser gefüllt und hat nach der zuletzt angegebenen Modifikation (Vhdlgn. d. V. z. Bef. d. Gewerbfl. in Preußen 1856) folgende Konstruktion. Zwei in einander gesteckte vertikale Glasröhren, deren obere Enden geschlossen sind, münden mit ihren unteren Enden in einen Raum ein, auf welchen der Dampfdruck wirkt. Das untere Ende der inneren Glasröhre liegt etwas höher, als das der äußeren. Wird das Instrument dem gewöhnlichen Atmosphärendruck ausgesetzt, so steht das Wasser nur in dem unteren Stücke der äußeren Röhre, sowie in dem Ringstücke zwischen der inneren und äußeren Röhre; in der inneren Röhre aber befindet sich nur Luft von der atmosphärischen Dichtigkeit. Wirkt jedoch ein höherer Druck auf das Instrument, so steigt das Wasser in der inneren Röhre in die Höhe und gibt an einer hinter der äußeren Glasröhre liegenden Skale die Größe des Dampfdrucks an. Die Skale ist durch Vergleichung mit einem Quecksilbermanometer angefertigt.

Das Kolbenmanometer besteht in einem mit dem Dampfkessel in direkter Verbindung stehenden Kolben, welcher ohne große Pressung von einer Stopfbüchse gedichtet wird und in derselben wie der Pumpenkolben einer Bramahpumpe heraus- und hineingezogen werden kann. Die Uebertragung der Kolbenbewegung auf den Zeigerapparat kann auf verschiedene Weise erfolgen, z. B. dadurch, daß man den Kolben durch eine Schnur oder Kette mit einer Leitrolle verbindet und an diese letztere einen festen mit einem Gewichte beschwerten Zeiger anschließt, der sich an einem getheilten Quadranten fortbewegt (Alban), oder daß das äußere Ende des Kolbens in eine Zahnstange ausläuft und diese letztere in einen gezahnten Sektor mit langem Hebelzeiger eingreift, der sich mit seiner Spitze wieder über einen Quadranten bewegt (Marquardt), oder daß man den Druck des Kolbens gegen eine um dessen Stange gewundene Schraubenfeder wirken läßt und den Stand des Kolbens an der Skale direkt abliest (Alban), oder daß eine mit dem Kolben verbundene Zahnstange in ein kleines Getriebe eingreift, welches vermittelst eines Zeigers den Stand des Kolbens auf einem Zifferblatte angibt (Fife).

Federmanometer sind in sehr verschiedenen Formen ausgeführt worden. Hierher gehören zunächst die

Federmanometer mit Gummimembran. Bei dem von Smith angegebenen Manometer (Civ. Eng. 1847) steht der eine Schenkel einer 18—20″ hohen heberförmig angeordneten Wassersäule an dem oberen Ende mit einer Gummimembran in Berührung, welche durch das Wasser kühl erhalten wird, durch dasselbe hindurch aber den Dampfdruck empfängt. Von dieser Gummihaut aus geht eine Zahnstange, welche auf einen Gewichtshebel wirkt, und dieser letztere bewirkt durch Drehung seiner Axe und vermittelst eingesetzten Räderwerks die Bewegung eines Zeigers über einem Zifferblatte. Nach einer späteren Angabe (Rep. of Pat. Inv. 1855) bringt Smith die Wassersäule in Wegfall und spannt über die Gummimembran eine flache Metallfeder, welche der Bewegung der Gummimembran folgt und im Gleichgewichtszustande nach dem Dampfrohre zu etwas konvex ist. Desbordes (Bull. de la soc. d'enc. 1856) überträgt die Bewegung der Gummimembran auf einen kleinen Kolben, dessen Stange wieder ein Zeigerwerk in Thätigkeit setzt. Auf dasselbe Prinzip gründet sich auch das Manometer von Shann (Lond. Journ. 1856).

Federmanometer mit Stahlplatte wurden zuerst mit Anwendung von Quecksilber konstruirt. Bei Cuny's Manometer (Romberg, Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1850) steht über einem mit Quecksilber gefüllten Gefäße eine Glasröhre. Den Boden des gedachten Gefäßes bildet eine elastische Stahlplatte, welche mit dem Kesselwasser in Verbindung steht und nach Maßgabe des Dampfdrucks das Quecksilber in der Glasröhre in die Höhe treibt. Dieses Instrument ist jedenfalls unrichtig, wenn es nicht so angebracht wird, daß das unter der elastischen Platte befindliche Wasser möglichst immer dieselbe Temperatur behält, weil es andernfalls gleichzeitig durch die Ausdehnung oder Zusammenziehung des Quecksilbers in Folge der veränderten Temperatur ein Thermometer sein würde.

Gleichzeitig mit Cuny führten Primavesi und Schäffer (ebendas.) ein Manometer aus, dessen Prinzip ebenfalls der Druck des Dampfes gegen eine elastische Stahlplatte ist. Auch Quecksilber ist angewendet, nur mit dem Unterschiede, daß dasselbe hier nicht das Steigen und Fallen des Dampfdrucks angeben, sondern nur als Mittel dienen soll,

die Berührung der Stahlplatte mit dem Dampf zu verhindern. Der Dampf tritt von oben zu. Unten ist die Stahlplatte mit einem in ihrem Zentrum normal stehenden Stifte versehen. Nach Maßgabe des Dampfdrucks nimmt der Stift eine geradlinige Bewegung an, welche durch eine mechanische Vorrichtung in eine rotirende verwandelt und auf einen Zeiger übertragen wird. Die Stahlplatten sind, wie auch bei Cuny, nicht eben, sondern haben kreisförmige konzentrische Wellen.

Bei den später von Schäffer und Budenberg konstruirten Manometern werden die Stahlplatten nicht mehr durch Quecksilber, sondern durch untergelegte Kautschukscheiben, welche zugleich zum Dichten dienen, gegen die schädliche Einwirkung des Dampfes geschützt. Der Dampf wirkt hier von unten. Gäbler und Veitshans (Polyt. Centralbl. 1855) verbinden zwei gewellte Stahlplatten mit einander, welche von allen Seiten vom Dampfe umspielt werden. Durch die Anwendung zweier Platten wird die Empfindlichkeit des Instruments erhöht, weil, im Vergleich zu den Manometern mit einfacher Feder, hier nur die halbe Durchbiegung jeder einzelnen Feder erforderlich ist und daher ein Zurückbleiben derselben weniger leicht vorkommen kann. Die innere Einrichtung eines solchen Manometers zeigt Fig. 35. Durch h tritt der Dampf in den Raum i, in welchem sich die Doppelfeder a befindet, ein. Die Federn sind durch d mit einander hermetisch verbunden und durch e an dem Körper f befestigt. Wird die Feder durch den Dampf zusammengedrückt, so wird der Stab c gehoben und diese Bewegung durch den Winkelhebel g auf ein Zeigerwerk übertragen.

Webster (Mech. Mag. 1855) wendet eine vertikale ebene Stahlplatte an, deren Rückwand durch Kondensationswasser gegen den Dampf geschützt ist. Die Durchbiegung wird vermittelst einer Hebelverbindung auf eine sehr steile Schraube übertragen, durch deren Drehung ein Zeiger an einem Zifferblatte in Bewegung gesetzt wird.

Sehr große Verbreitung haben die Federmanometer mit elliptischer Röhre gefunden. Dieselben beruhen auf folgendem Prinzip: Alle Gefäßwände, die nicht Zylinder- oder Kugelflächen sind, ändern ihre Form, wenn sie inneren Druck erleiden. Diese Veränderungen sind an und für sich gering, doch werden sie bedeutend, wenn die Stärke der Wandung im Vergleich zur einwirkenden Kraft klein ist. Es darf aber auch die Elastizität des angewendeten Metalls nicht zu stark in Anspruch genommen werden. Am geeignetsten hierzu ist die

elliptische Röhre, welche nach einer Schraubenlinie so gebogen wird, daß die kleine Axe des elliptischen Querschnitts in den Krümmungshalbmesser der Schraubenlinie fällt. Die Röhre ist an dem einen Ende verschlossen und frei beweglich, an dem anderen aber offen und mit dem Kessel in Verbindung gesetzt. Der innere Druck des Dampfes hat nun das Bestreben, die kleine Axe der Ellipse zu vergrößern, und in Folge hiervon entfernt sich die Röhre selbst und also auch der verschlossene Endpunkt derselben von der Axe der Schraubenlinie mehr und mehr, je höher der Dampfdruck steigt. Die Bewegung des verschlossenen Endpunkts wird entweder, nach Schinz (Eisenbahnzeitung 1849), durch mechanische Vorrichtungen auf einen Zeiger übertragen, oder der Zeiger ist, nach Bourdon (Mon. ind. 1850), mittelst eines Scharnierbandes unmittelbar an dem verschlossenen Ende befestigt. Ein solches Manometer zeigt Fig. 36, und zwar in der Gestalt, wie sie gegenwärtig von Löhdefink in Hannover geliefert werden. Der Dampf tritt in der Richtung des Pfeils in die elliptische Röhre B. Außer dem gewöhnlichen Spannungszeiger C hat das Instrument noch einen Maximumzeiger D, welcher von C mitgenommen wird, sobald dieser sich an ihm vorbeibewegen will. Zu diesem Zwecke hat D ein Stiftchen, gegen welches C anstößt. Der Maximumzeiger bleibt jedes Mal in der äußersten Stellung, welche der Spannungszeiger angegeben hat, stehen.

Denselben Zweck, wie die nach Schraubenlinien gewundenen elliptischen Röhren, sollen nach Bourdon (Publ. ind. 1851) auch die wie Hohlbohrer gewundenen Röhren erfüllen.

Hennault (Ann. des trav. publ. de Belg. 1852) hat die Scharnierbänder am Zeiger des Bourdon'schen Manometers so eingerichtet, daß sie nach Belieben verlängert oder verkürzt werden können, damit der Zeiger, wenn er bei kaltem Kessel nicht auf seinen Ausgangspunkt zurückgeht, eingestellt werden kann.

Hieran schließt sich Vidi's Aneroidmanometer. Dasselbe besteht (Polyt. Centralbl. 1852) aus einer Blechröhre von abwechselnd größer und kleiner werdendem Durchmesser, deren Längendurchschnitt also auf jeder Seite durch eine Zickzacklinie begrenzt wird. Je größer der Druck des in die Röhre eintretenden Dampfes ist, desto mehr streckt sie sich; nimmt dagegen die Spannung des Dampfes ab, so zieht sie sich in Folge ihrer Elastizität zusammen. Diese Formveränderungen setzen ein gewöhnliches Zeigerwerk in Bewegung.

5) Sicherung gegen zu großen Dampfdruck. — Das vorzüglichste Mittel, dem Dampfe einen Abfluß zu gewähren, wenn die Spannung desselben eine gewisse Grenze überschreitet, ist das Sicherheitsventil (soupape de sûreté; safety valve). Die gewöhnlichste Konstruktion der Sicherheitsventile zeigt Fig. 37. Das gußeiserne auf dem Kessel befestigte Rohrstück C trägt den Ventilsitz B aus Messing oder Rothguß für das Ventil A aus gleichem Material. Der bei E belastete Hebel EF drückt bei D auf das Ventil und dreht sich um den Stift F. Die Gabel G dient dem Hebel als Führung. Von großer Wichtigkeit ist es, daß die Berührungsfläche zwischen Ventilsitz und Ventil möglichst schmal, höchstens 2 Mill. breit, gemacht werde, weil der dampfdichte Schluß bis zur Maximalspannung bei breiten Berührungsflächen sehr schwer herzustellen ist. Hiermit hängt noch der Uebelstand zusammen, daß breite Berührungsflächen beim Aufeinanderschleifen in der Regel etwas konkav werden und an ihren inneren Kanten einen Zwischenraum lassen, in welchen der Dampf eindringt. Dadurch wird die vom Dampfe gedrückte Fläche größer, und der Dampf hebt das Ventil früher, als bei der Spannung, für welche dasselbe belastet ist.

Kegelventile sind für den vorliegenden Zweck unbedingt zu verwerfen, weil sie durch den ununterbrochen wirkenden starken Druck der Belastungsgewichte leicht so fest in ihren Sitz eingepreßt werden, daß sie bei der Maximalspannung sich noch gar nicht öffnen und daher ihren Zweck ganz verfehlen. Ebenso werden Kegelventile durch häufiges Oeffnen viel leichter undicht, als Scheibenventile. Diese Mängel haben auch die Kugelventile, jedoch in etwas geringerem Grade. Dem Festsetzen derselben hat Nasmyth (Min. Journ. 1842) dadurch zu begegnen gesucht, daß er ihnen eine kleine schwingende Bewegung gibt, wozu er die Wallungen des Kesselwassers benutzt.

Der Durchmesser des Ventils ist in den meisten Ländern, in welchen gesetzliche Vorschriften hierüber bestehen, nach Vorgang der französischen Verordnung:

$$d = 2{,}6 \sqrt{\frac{s}{n - 0{,}412}}$$

zu nehmen, wobei d den Ventildurchmesser in Centimetern, s die Heizfläche des Kessels in Quadratmetern und n die Dampfspannung im Kessel, in Atmosphären ausgedrückt, bezeichnet. Außerdem ist in

der Regel vorgeschrieben, daß zwei Ventile von dieser Minimalweite auf jedem Kessel anzubringen sind.

Die Belastung des Ventils ist dem Dampfdrucke gleich zu machen, welcher bei der höchsten zulässigen Spannung das Ventil zu heben sucht. Nennt man wieder d den Durchmesser der inneren Ventilfläche und bezeichnet man noch den Durchmesser der äußeren Ventilfläche mit d_1, die Dampfspannung mit p und den Druck der atmosphärischen Luft mit a, so wird das direkte Belastungsgewicht:

$$G = \frac{\pi}{4} (d^2 p - d_1^2 a).$$

Gibt man d und d_1 in Centimetern und p und a in Atmosphären, so wird einfacher:

$$G = 0,811 (d^2 p - d_1^2).$$

Da bei den angenommenen schmalen Berührungsflächen die Durchmesser d und d_1 nur sehr wenig, höchstens 4 Mill., differiren, so kann man füglich beide einander gleich setzen und dadurch die Rechnung vereinfachen, ohne die beabsichtigte Sicherheit zu gefährden, zumal da der Einfluß dieser Berechnungsweise auf die Ueberlastung der Ventile um so unbedeutender wird, je größer die Ventilöffnung und je höher die Dampfspannung ist. Sonach wird, ohne Berücksichtigung des Ventil- und Hebelgewichts:

$$G = 0,811 d^2 (p - 1).$$

Diese Größe ist bei Hebelbelastung noch mit dem Verhältniß zwischen dem Hebelarm des Ventils b und dem des Gewichts a zu multipliziren, woraus sich endlich ergibt:

$$G = 0,811 \frac{b}{a} d^2 (p - 1).$$

Es ist den Sicherheitsventilen von der angegebenen Konstruktion mehrfach der Vorwurf gemacht worden, daß sie im Falle der Gefahr sich nicht hoch genug heben, um so viel Dampf abführen zu können, daß die Dampfspannung wieder unter ihre Maximalgrenze sinkt. Die vorzüglichsten Mittel, welche man angewendet hat, um diesem Mangel abzuhelfen, sind folgende:

Hawthorn (Pract. Mech. Journ. 1855) ersetzt die Kreisform der Ventile durch Ringflächen, welche, wie Fig. 38 zeigt, auf den Sitzen AA aufruhen. Der mittlere Theil dieser Ventile ist hohl und dient zur Aufnahme des Stiftes, welcher die Verbindung zwischen dem

Ventile und der Belastung bildet. Damit die Belastung des Ventils dieselbe bleibe, wie bei der gewöhnlichen Kreisform, müssen in beiden Fällen die Querschnitte der gedrückten Flächen gleich sein; durch die Vergrößerung des Durchmessers aber wird auch die zylindrische Mantelfläche, durch welche der Dampf abströmt, vergrößert, und es kann daher bei gleicher Hubhöhe eine weit größere Dampfmenge abgeführt werden.

Helling (Polyt. Journ. Bd. 138) gewinnt die größere Hubhöhe durch zwei in einander gesetzte Ventile, von denen das innere auf dem äußeren aufliegt und deren Gesammtbelastung der Summe der Querschnitte beider Ventile für einen bestimmten Dampfdruck entspricht. Die Belastung des äußeren Ventils für sich allein ist aber eine verhältnißmäßig geringere, als die des inneren Ventils. Sobald nun die Spannung des Dampfes im Kessel größer wird als die dem Querschnitt beider Ventile entsprechende Belastung, so hebt sich das äußere Ventil und mit ihm das auf ihm aufliegende innere Ventil. Steigert sich aber die Dampfspannung trotz des Abblasens bis zu der Stärke, welche der Belastung des inneren Ventils entspricht, so hebt sich dieses für sich allein. Dadurch wird das äußere Ventil entlastet, und folgt nun augenblicklich der aufsteigenden Bewegung des inneren Ventils, und zwar so lange, bis die Oeffnung genügend groß ist, um dem Dampfe so viel Abzug zu gestatten, daß seine Spannung unter die Maximalgrenze sinkt.

Boley (Polyt. Journ. Bd. 139) erreicht denselben Zweck dadurch, daß er das Gewicht nicht unmittelbar am Hebel befestigt, sondern in einer Zange P (Fig. 39) festhält, deren Drehaxe am Ende des Hebels aufgelagert ist. Da die Arme der Zange sich nicht kreuzen, so wird das Gewicht O nur dann von den kurzen Armen der Zange festgehalten, wenn die längeren verhindert werden, sich zu schließen. Dies wird durch das feste Stelleisen T bewirkt. Wenn aber der Hebel K sich zu heben anfängt, so kommen bald die oberen Backen der längeren Arme über das Stelleisen zu liegen, die Arme schließen sich und das Gewicht O fällt herab und entlastet das Ventil, so daß es sich nun höher heben kann. Um das Auffallen des Gewichts auf den Kessel zu verhüten, wird dasselbe an eine Kette angehängt, welche sich in ungespanntem Zustande befindet, so lange das Gewicht von der Zange gehalten wird.

Die schmelzbaren Platten, welche in ihrer gewöhnlichen Einrichtung schon seit längerer Zeit als unzulänglich zum Schutze gegen zu hohen Dampfdruck, ja selbst als unter Umständen gefährlich erkannt worden sind, treten in wesentlich verbesserter Gestalt beim Black'schen Sicherheitsapparate (Ann. des mines 1852) wieder auf. Derselbe besteht nach seiner neuesten Einrichtung (Mitth. d. Gew.-V. f. Hannover 1855) aus einem durch die Kesseldecke geführten Kupferrohre von ungefähr 1½" Durchmesser und von einer solchen Höhe (5—8'), daß darin aufsteigendes heißes Kesselwasser am oberen Ende des Rohrs bis auf etwa 44, höchstens 50° C. abgekühlt wird. Das vom Kessel aus senkrecht aufsteigende Rohr R ist, wie Fig. 40 zeigt, bei U rechtwinklig umgebogen, weiter aufwärts aber schraubenförmig gewunden und am äußersten Ende V verschlossen. In der Mitte des horizontalen Theils, bevor die Schraubenform S beginnt, ist das Rohr durch ein kurzes, oben und unten offenes Rohrstück W unterbrochen, dessen Axe parallel zum Rohre R ist. Ein Kolben P, der durch eine Stopfbüchse geht, verschließt das Rohrstück W unterhalb, während der Verschluß oberhalb durch einen Pfropf aus einer leichtflüssigen, bei ungefähr 100° C. schmelzbaren Metalllegirung bewirkt wird. Die untere Mündung des Rohres R liegt beim normalen Wasserstande unter Wasser, und es steigt daher das Wasser in Folge des Dampfdrucks in dem Rohre in die Höhe und füllt dasselbe bis zum schraubenförmigen Theile S. Sinkt aber der Wasserspiegel unter die untere Mündung, so fällt die Wassersäule im Rohre plötzlich nieder und dieses füllt sich mit Dampf, der sofort ein Schmelzen des Pfropfes erzeugt, worauf der Dampf durch die entstandene Oeffnung ausströmt und die Pfeife N zum Tönen bringt. Vermittelst des Kolbens P kann die Oeffnung so lange geschlossen werden, bis ein neuer Pfropf eingesetzt ist.

Explosionen. Explosionen können veranlaßt werden: 1) durch zu hohen Dampfdruck, 2) durch Wassermangel, 3) durch Ablösung von Kesselstein.

Explosionen in Folge zu hohen Dampfdrucks können bei einiger Vorsicht immer vermieden werden. Der Heizer erkennt am Stande des Manometers sofort, wenn die höchste zulässige Spannung erreicht ist, und hat von jetzt an dahin zu trachten, daß dieselbe nicht überschritten werde. Wächst sie demungeachtet noch mehr, oder ist der Heizer unachtsam gewesen, so gibt das Sicherheitsventil durch das

Abblasen des Dampfes die Gefahr an, welche durch Schließen des Registers und Oeffnen der Feuerthüren jetzt noch leicht beseitigt werden kann. Ueberdies muß auch vorschriftmäßig die Blechstärke für einen höheren als den höchsten zulässigen Druck bestimmt und der Kessel selbst auf diesen Druck geprüft werden, so daß das Zerreißen immer erst bei einem sehr hohen Drucke eintreten kann. Preußen schreibt die Probe auf $1\frac{1}{2}$fachen, Frankreich, Belgien, Oesterreich auf dreifachen Druck vor; in anderen Ländern ist die Sicherheit, welche bei der Probe gegeben wird, von der Größe des Drucks, mit welchem der Kessel benutzt werden soll, abhängig gemacht. Diese Probe wird durchgängig durch Einpumpen von kaltem Wasser bis zu dem vorschriftmäßigen Drucke angestellt; der von Jobard gemachte Vorschlag, den vollständig mit Wasser gefüllten Kessel heiß auf den doppelten, statt kalt auf den dreifachen Druck zu prüfen, hat bis jetzt noch keinen Eingang gefunden. Außer dieser Probe muß von Zeit zu Zeit, nachdem der Kessel dem Betriebe übergeben ist, eine Revision vorgenommen und untersucht werden, ob die Wände durch die Einwirkung des Feuers schwächer geworden sind oder vielleicht sogar Risse bekommen haben.

Tritt in Folge mangelhafter Speisung Wassermangel ein, so können einzelne Stellen des Kessels, welche äußerlich vom Feuer getroffen, im Innern aber nicht mehr vom Wasser berührt werden, glühend werden. Durch die Berührung des wallenden Wassers mit diesen glühenden Kesselwänden bildet sich so rasch und so viel Dampf, daß der Kessel springen kann, ehe die Sicherheitsapparate in Thätigkeit treten. Nach einer anderen Erklärungsweise wird der Dampf bei seiner Berührung mit der glühenden Fläche in Wasserstoff und Sauerstoff so zersetzt, daß sich Knallgas bildet, welches in Verbindung mit der durch die Speisepumpe mit dem Wasser eingeführten Luft sich an der glühenden Kesselwand entzündet und heftig detonirt.

Gleiche Folgen kann endlich das plötzliche Ablösen von Kesselstein haben, da die unter dem Kesselstein befindliche Wandfläche bis dahin vom Wasser nicht getroffen wurde und daher sehr heiß, oft sogar glühend ist.

Hieraus ergeben sich nun auch die Vorsichtsmaßregeln, die man anzuwenden hat, um Explosionen zu vermeiden. Sicherheitsventile, Wasserstandszeiger und Speiseapparate müssen öfter untersucht, und alle Mängel, welche in Folge der Benutzung bei denselben entstehen,

sofort beseitigt werden. Ferner ist immer für hinreichenden Wasservorrath zu sorgen, so daß die vom Feuer getroffenen Flächentheile im Innern immer mit dem Wasser in Berührung sind. Dann müssen, damit die Wallungen im Kessel nicht zu stark werden, Stöße und Erschütterungen vermieden, namentlich auch die Dampfventile langsam geöffnet werden. Schadhafte Stellen und Risse sind möglichst schnell auszubessern. Endlich muß man Kessel, die mit sauren Wässern gespeist werden, gegen das Zerfressen schützen, was mit Vortheil dadurch geschieht, daß man durch an dem Kessel befestigte Zinkblechstreifen eine galvanische Kette bildet, und solche Kessel, deren Speisewasser zum Absetzen von Kesselstein geneigt ist, nicht nur durch zweckmäßige Mittel vor der Bildung desselben möglichst hüten, sondern auch öfter reinigen.

Th. Böttcher.

Dampfleitung.

(Bd. III. S. 574.)

Von der Kesseldecke wird der Dampf durch das Dampfrohr (conduite de vapeur; steam pipe) abgeleitet. Man setzt das Dampfrohr gern an einer solchen Stelle an, wo die Dampferzeugung am stärksten ist, also über dem Feuer, und gibt ihm eine vertikale Stellung, damit die vom Dampfe mitgerissenen Wassertheile Gelegenheit haben, zurückzufallen. Gestattet es die Lokalität nicht, daß die Rohrleitung auf eine größere Länge vertikal sich erhebt, so muß der Dampf durch besondere Apparate getrocknet werden.

Ewbank setzt zu diesem Zwecke das Dampfrohr mit einem gleich weiten horizontalen Rohr in Verbindung, welches im Dampfraum liegt und beinahe die ganze Länge des Kessels einnimmt. Dasselbe hat oben eine große Anzahl Oeffnungen, welche um so weiter sind, je weiter sie vom Dampfrohr entfernt liegen, und deren Querschnittssumme dem Querschnitt des Dampfrohrs gleich ist.

Marquardt (Polyt. Journ. Bd. 132) bedient sich des in Fig. 41 (Taf. 51) dargestellten Apparates. Der gußeiserne Körper b besteht aus zwei zusammengegossenen Röhren von ungleicher Länge. Die eine dieser Röhren b', welche nicht in den Kesselraum reicht, dient zur Ableitung der Dämpfe, während b² bis unter die Wasserfläche führt

und dazu bestimmt ist, die fortgerissenen Wassertheile wieder in den Kessel zurückzuleiten. Auf diese Doppelröhre ist der Stutz X geschraubt, in dessen inneren Raum die Röhren b' und b² münden, und an diesen sind wieder die Dampfrohre d,d angesetzt. Durch einen Deckel e, auf dem das Sicherheitsventil e' und das Luftventil e² angebracht sind, wird der Stutz oben geschlossen. Wenn der mit Wassertheilen gemischte Dampf durch die Röhre b' in den Raum X gelangt, so wird seine Geschwindigkeit wegen des größeren Querschnitts von X vermindert, und die Wassertheile können nicht nur sich abscheiden, sondern auch durch b², in welchem nur eine geringe Dampfströmung Statt findet, in den Kessel zurückfallen. Der Dampf aber strömt trocken durch die Rohre d,d ab.

Scholl empfiehlt die in Fig. 42 abgebildete Vorrichtung zum Trocknen der Dämpfe. Das Dampfrohr b mündet bis in den Dampfraum des Kessels; bei c,c ist das Rohr d, welches mit seinem unteren Ende einige Zolle unter den Wasserspiegel a,a reicht, mit Bayonnetschluß angehängt. Der mit Wassertheilen gemischte Dampf strömt in die zwischen den Rohrwänden b und d bleibende ringförmige Oeffnung und bewegt sich darin zunächst abwärts. Da nun aber in dem Rohre d eine geringe Dampfströmung Statt findet, so fallen die Wassertheile vermöge ihrer Schwere durch dasselbe in den Kessel zurück, während der Dampf durch das Rohr b trocken abströmt.

Ferner ist vorgeschlagen worden, in den Dampfraum oder das Dampfrohr Drahtgewebe einzuspannen, durch welche die den Dampf umhüllenden Wasserblasen gebrochen und zum Zurückfließen in den Kessel genöthigt werden; oder am Ansatzpunkt des Dampfrohrs im Kessel eine metallene Büchse anzubringen, welche mit feinen Löchern versehen ist; oder endlich den Wasserspiegel im Kessel mit einer Lage Oel zu bedecken. Zur Einführung des Oels hat Allen einen besonderen Apparat angegeben (Mech. Mag. V. 43).

Was die Weite des Dampfrohrs betrifft, so ist dieselbe von den Bewegungshindernissen und von der Abkühlungsfläche abhängig. Damit die Bewegungshindernisse möglichst klein ausfallen, muß das Rohr möglichst kurz und weit sein und darf keine plötzlichen Querschnitts- und Richtungsveränderungen haben. Dagegen wird die Abkühlungsfläche um so kleiner, je kürzer und enger das Rohr ist. Als Mittelwerth für die Weite des Dampfrohrs nimmt man ⅕ des Dampf-

kolbendurchmessers an, oft auch noch etwas mehr. Die Wandstärke gußeiserner Dampfrohre ist nicht unter 10 Mill., die eisenblecherner nicht unter 3 Mill. zu nehmen.

Die Verbindung der an einander stoßenden Röhrenstücke erfolgt fast immer durch Flantschen, deren Dicke 15—18 Mill. beträgt. Die Anzahl der zur Verbindung der Flantschen dienenden Schrauben läßt sich ausdrücken durch

$$n = 3 + \frac{d}{80},$$

wenn d die Weite des Dampfrohrs in Millimetern bezeichnet. Der Durchmesser dieser Schrauben wird $\delta = 3n + 1$ Mill., und hieraus ergibt sich endlich die Breite der Flantsche zu $2(\delta + 5)$ Mill.

Zur Verdichtung der Flantschenverbindung wird zwischen die Flantschen eine Zwischenlage von Kitt gebracht. Um demselben Halt zu geben, werden die Endflächen der Flantschen normal zur Rohraxe abgerichtet, und in dieselben innerhalb der Schraubenlöcher einige Furchen eingedreht. Der Kitt selbst ist entweder Eisenkitt oder Oelkitt (Mennigekitt); beide kommen in den verschiedensten Mischungsverhältnissen vor.

Heusinger (Org. f. d. Ftschr. d. Eisenbahnw. 1849) empfiehlt folgende Zusammensetzung: 100 Theile rostfreie Eisenfeilspäne, oder in Ermangelung derselben Bohr- oder Drehspäne von Gußeisen, werden möglichst fein zerstoßen, durchgesiebt, mit 1 Theil gröblich pulverisirtem Salmiak gut gemengt und mit Urin angefeuchtet. In diesem Zustande wird die Mischung in die Fugen gebracht und mit Hammer und stumpfem Meißel so fest als möglich eingestemmt. Dabei wird der Kitt wieder feucht, sogar ganz weich. Zuletzt verstreicht man die Fugen ganz glatt, und läßt die Verkittung wenigstens zwei Tage anziehen und trocknen.

Nach Mittheilung der Direktion des hannoverschen Gewerbevereins sind 16 Theile feine Eisenfeilspäne, 2 Theile Salmiak und 1 Theil Schwefelblumen, alles in vollkommen trockenem Zustande, mit einander zu mengen, und das Gemenge in einem gut verschlossenen Gefäße aufzubewahren. Beim Gebrauche vermengt man 1 Theil desselben mit 20 Theilen feinen Eisenfeilspänen und befeuchtet das Ganze mit einer Mischung von $^7/_8$ Wasser und $^1/_8$ Essig, worauf man dieses breiartige Gemisch in die Fugen einstreicht.

Die Wirkung des Eisenkitts besteht darin, daß die Eisentheilchen durch Vermittelung des Salmiaks sehr bald zu rosten anfangen und nach wenigen Tagen eine steinharte Masse bilden, welche sich an die Eisenflächen ungemein fest ansetzt. Dabei ist es aber durchaus nöthig, daß die zu dichtenden Flächen ganz rein metallisch, also völlig rostfrei sind. Die geringste Spur von Fett verhindert das Angreifen. Als Zeichen einer guten Verkittung erscheinen nach einigen Tagen auf der äußeren zuerst hart gewordenen Rinde hie und da schwärzliche Tropfen.

Der Oelkitt wirkt, indem die mit einem trocknenden Oele (Leinöl) angemachte Masse sich fest an die zu verbindenden Flächen legt, durch Zusammenschrauben dicht zusammengepreßt wird und so eine dichte, nicht bröckelige Kruste bildet. Er wird gewöhnlich aus Mennige mit oder ohne Zusatz von Bleiweiß unter vorsichtigem Zugießen von gekochtem Leinöl (Leinölfirniß) und fortwährendem Klopfen, Reiben und Durcharbeiten mit einem Hammer bereitet.

Eine billigere Zusammensetzung empfiehlt Scholl nach dem Vorgange Grouvelle's, nämlich: 1 Theil Mennige, 2½ Theile Bleiweiß, 2 Theile Pfeifenthon. Mennige und Bleiweiß werden für sich feingerieben, ebenso der Thon, der sehr gut getrocknet sein muß. Dann mischt man die Materialien und gießt gekochtes Leinöl hinzu.

Ein vorzüglicher, namentlich sehr schnell erhärtender Oelkitt wird aus Scott's englischem Patentcement, welcher aus 2 Theilen feingemahlener Bleiglätte, 1 Theil Sand und 1 Theil Kalkpulver besteht, und gekochtem Leinöl bereitet. Der Sand muß sehr fein geschlämmter Flußsand sein; das Kalkpulver ist an der Luft zerfallener Staubkalk oder solches, das man durch Besprengen von Stückkalk mit wenig Wasser erhalten hat.

Große Verbreitung hat, namentlich auch seiner Wohlfeilheit wegen, der Kitt von Serbat (Bull. de la soc. d'enc. 1848) gefunden, welcher aus einer Mischung von wasserfreiem schwefelsaurem Bleioxyd, pulverisirtem Braunstein und Leinöl besteht.

In der Maschinenfabrik von Angleur in Paris ersetzt man das Bleiweiß und die Mennige durch Zinkoxyd oder ein Gemenge von Zink- und Bleiasche (Journ. de chim. méd. 1849), was den Vortheil hat, daß man statt des Leinöls Wasser anwenden kann; allein die zinkhaltigen Metallkitte leiden an dem großen Uebelstande, daß sie sehr schnell hart werden und daher nur in frischem Zustande zu verwenden sind.

Der Oelkitt wird mit etwas Leinöl auf feines Messingdrahtgewebe oder auf Scheiben aus Zwillich oder aus Tafelblei, die nach der Form der zu dichtenden Flantschen oder Flächen ausgeschnitten sind, aufgestrichen. Die Drahtgewebe verdienen besonders bei Dichtungen, die starker Hitze ausgesetzt sind, den Vorzug; auch haftet der Kitt in den Maschen der Drahtnetze sehr gut, und endlich können dieselben mehrmals benutzt werden, da man sie nur auszuglühen braucht, um sie von dem daran haftenden alten Kitte zu befreien. Können die zu verbindenden Flächen nicht genau abgerichtet werden, wie bei dem mit dem Kessel verbundenen Röhrenstück, so werden am besten 2—4 Mill. dicke Ringe aus Eisenblech oder Tafelblei mit Hanf umwickelt, von beiden Seiten mit Leinöl benetzt und mit Kitt bestrichen, oder es werden solche Ringe aus Sförmig gezogenen Bleistangen gebogen, mit den Enden zusammengelöthet und die Hohlkehlen unter- und oberhalb mit Kitt bestrichen. Sicherheitsventile werden oft in der Weise auf den Kessel aufgekittet, daß die Zwischenräume, nachdem sie zuvor an ihrem äußeren Umfange durch einen umgelegten Blechring und eine Lehmverstreichung umgrenzt wurden, mit einer Mischung von Blei und etwas Antimon ausgegossen werden. Hierauf wird dieser Bleiguß abgehoben, auf beiden Seiten mit Oelkitt bestrichen, wieder eingelegt und festgeschraubt.

Bisweilen verbindet man auch die Flantschen ohne Kitt, indem man beide Röhrenenden etwas konisch erweitert ausbohrt, zwischen beide einen Metallring, der äußerlich doppelt konisch gedreht ist, einlegt und die Röhrenenden auf die Kegel fest aufzieht; oder indem man elastische Körper, namentlich vulkanisirtes Kautschuk, zwischen die Flantschen einlegt; oder indem man über die beiden Flantschen ausgekehlte und außen abgerundete Ringstücke nach Art von Zwingen schiebt, um diese zwei im Querschnitt halbmondförmige Ringhälften legt und letztere durch Schrauben und Muttern zusammenzieht (Civ. Eng. 1849); oder endlich, indem man zwischen die abgedrehten Endflächen der Flantschen einige Windungen von starkem Kupferdraht legt und dann wie gewöhnlich verschraubt. Die letzte Methode ist von Laforest und Boudeville in der Weise vervollkommnet worden, daß dieselben in die beiden Endflächen der Flantschen kreisförmige Falze von gleichen Halbmessern und drei- oder viereckigem Querschnitt eindrehen und in diese Falze Ringe von Kupfer oder einem anderen weicheren Metalle

so einpressen, daß die letzteren die Form der ersteren annehmen (Gén. ind. 1854).

Damit bei veränderter Temperatur die Röhren sich ungehindert ausdehnen und zusammenziehen können, müssen an langen Rohrleitungen Kompensatoren angebracht sein. In der Regel werden dieselben, wie Fig. 43 zeigt, nach Art von Stopfbüchsen konstruirt, die mit Hanf abgedichtet sind. Das eingeschobene Rohrstück muß aus Messing oder Kupfer bestehen, damit es in dem weiteren Ende des anstoßenden Rohrstücks sich leicht verschieben und nicht festrosten kann. Auch kann man die Kompensation durch Einsetzen eines hufeisenförmig gebogenen Kupferrohrs in die Rohrleitung bewirken. Place und Evans (Mech. Mag. 1850) verbinden nach Fig. 44 zwei schmiedeiserne Scheiben B mit den Flantschen der Rohre und dichten dieselben durch Scheiben von vulkanisirtem Kautschuk mit einem zwischengelegten Metallring C ab.

Zum Schutz gegen die Abkühlung umgibt man die Röhren mit einem schlechten Wärmeleiter. Hierzu bedient man sich sehr häufig des Strohes, das mit Lehm überstrichen und mit grober Packleinwand umnäht wird. Als sehr zweckmäßig fand Wicksteed nach ausführlichen Versuchen (Civ. Eng. 1840) Borradaile's Patentfilz, der in dreifacher Lage eine Brennmaterialersparniß von 25 Prozent gab. Um dem Filze die gehörige Dauer zu sichern und ihn namentlich vor dem Ankohlen zu hüten, ist die Rohrleitung erst mit einer Mischung von Bleiweiß, Alaun und Leinöl zu überziehen, oder nach Aikin eine Mischung von Sand, Thon und Leinsamen, alles in gepulvertem und fein gesiebtem Zustande, mit Pferdedünger in heißem Wasser angerührt, auf die Leitung aufzutragen. In neuerer Zeit ist Croggon's Patentfilz empfohlen worden, der ohne Bindemittel um die Röhren gewickelt werden kann. Um denselben gegen die Vermoderung zu schützen, hat man ihn vorher in eine verdünnte Lösung von Zinkvitriol zu tauchen, vollständig wieder auszutrocknen und dann mit einer Lösung von Wasserglas zu bestreichen. Auch ausgelaugte und feingesiebte Fichtenholzasche soll sich als Schutzmittel gegen die Wärmeausstrahlung gut bewährt haben. Dieselbe wird in Blechgehäuse eingetragen, die wenigstens 60 Mill. ringsum von den Dampfleitungsröhren abstehen und am besten vierkantig angefertigt werden. Das obere Blech bildet zugleich den Deckel, der sich in einem Scharnier bewegt.

Die durch die Leitung abgeführte Dampfmenge wird vermittelst der Drosselklappe (soupape d'admission; throstle valve) regulirt, von welcher Fig. 45 einen Durchschnitt zeigt. Dieselbe wird entweder von Hand durch den Maschinenwärter, oder vermittelst eines mit der Maschine verbundenen Regulators nach Bedarf gestellt. Vermöge ihrer Konstruktion eignet sie sich nicht zur völligen Abstellung des Dampfzuflusses, weil sie keinen dampfdichten Schluß gewährt.

Zum völligen Absperren der Dampfleitungen bedient man sich entweder der Sperrventile oder der Hähne. Die Sperrventile verdienen unstreitig den Vorzug vor den Hähnen, da diese sich leicht abnutzen und im geschlossenen Zustande stets etwas Dampf durchlassen, überdies auch bei hochgespannten Dämpfen schwer zu schließen und zu öffnen sind.

Ein zweckmäßiges Absperrventil in Verbindung mit einem Drosselventil, nach der Konstruktion von Birms und Houghton (Pract. Mech. Journ. 1855) zeigen Fig. 46 und 47. Die Ventilkammer hat die Form eines Kreuzes, dessen kürzere Arme in der Richtung der Dampfleitung liegen. Die beiden Längenarme A, B, die mit ihren entsprechenden Querarmen in direkter Verbindnng stehen und zur Aufnahme des Ventils dienen, sind an beiden Enden durch Deckel mit Stopfbüchsen geschlossen. Der Ventilsitz C ist auf beiden Seiten eben geschliffen und hat sektorenförmige Ausschnitte. D ist das Absperrventil. Dasselbe wird durch eine Schraubenspindel regulirt, welche durch die Stopfbüchse im Deckel der Abtheilung A hindurchgeht und an ihrem Ende ein Handrad E trägt. Die Stopfbüchse hat ein dieser Schraubenspindel entsprechendes Muttergewinde, so daß durch Drehung des Handrades E das Absperrventil D seinem Sitze genähert oder von demselben entfernt werden kann. Es dient also die Abtheilung A nur für den vollständigen Abschluß. Die Abtheilung B dagegen enthält das Drosselventil. Dieses Ventil legt sich gegen die entgegengesetzte Fläche des Ventilsitzes C an und ist an dem inneren Ende einer Spindel G befestigt, welche durch eine Stopfbüchse in die Abtheilung B eintritt und durch einen außen liegenden, mit dem Regulator der Maschine verbundenen Hebel H in drehende Bewegung gesetzt werden kann. Das innere Ende der Ventilspindel läuft in einer Pfanne, welche in der Mitte des gemeinschaftlichen Ventilsitzes angebracht ist, während ihr äußeres Ende in einer Spitze geht, welche in einem auf

das Gehäuse aufgeschraubten Bügel verstellbar befestigt ist. Der Druck gegen die innere Fläche des Drosselventils wird durch den Druck der Stellschraube von außen aufgehoben, so daß, wenn diese gehörig eingestellt ist, zwischen dem Ventile und seinem Sitze fast gar keine Reibung Statt findet.

Endlich wendet man noch, wenn man zu besonderen Zwecken Dampf von verschiedenen Spannungen bedarf, aber nur einen Dampfkessel im Gange hat, die sog. Dampfspannungsregulatoren an. Eine ältere Vorrichtung dieser Art ist in den Vhdlgn. z. Befrdg. d. Gewerbfl. in Preußen 1835 beschrieben. Ein Kolben in einem an die Dampfleitung angesetzten Zweigrohre ist durch zwei Hebelübersetzungen einerseits mit einer Klappe in der Leitung und andererseits mit einem Gegengewicht verbunden; und die Größe des letzteren ist so gewählt, daß es dem gewünschten Drucke des abströmenden Dampfes das Gleichgewicht hält. Nimmt die Dampfspannung des abströmenden Dampfes zu, so sinkt der Kolben und dreht die Drosselklappe mehr und mehr zu, bei abnehmender Spannung dagegen wird die Oeffnung dieser Klappe vergrößert. Auf demselben Prinzip beruht der in England mehrfach angewendete Regulator von Gray (Pract. Mech. Journ. 1854). Ein von Braidwood (Pract. Mech. Journ. 1851) angegebener Regulator unterscheidet sich von ihnen nur dadurch, daß der durch ein Gewicht belastete Hebel hier durch eine direkt wirkende Feder ersetzt ist. In Amerika sind Clark's (Scient. Americ. 1854, Pract. Mech. Journ. 1857) Dampfspannungsregulatoren verbreitet und in verschiedenen Modifikationen ausgeführt. Das Wesentliche derselben besteht in einer Kautschukmembran, welche mit ihrer unteren Fläche von dem Dampfe in der Rohrleitung getroffen wird und vermittelst ihrer oberen Fläche den Druck auf einen Stift fortpflanzt, der durch eine Hebelübersetzung das Register des Schornsteins nach Bedarf mehr und mehr öffnet oder schließt.

Th. Böttcher.

Dampfmaschine.

(Bd. III. S. 586.)

Der Dampf wirkt in den Dampfmaschinen (machines à vapeur, steam engines) entweder durch seine lebendige Kraft, oder durch seine Expansivkraft. Maschinen der ersten Art, bei

welchen der aus einem geschlossenen Gefäße mit großer Geschwindigkeit austretende Dampf gegen ein Rad stößt und dasselbe dadurch in Umdrehung setzt, benutzen den Dampf sehr unvortheilhaft, weil durch den Stoß desselben gegen die unelastische Metallfläche an lebendiger Kraft erheblich verloren wird. Dieser Verlust wird durch den Vortheil, daß dergleichen Maschinen unmittelbar eine rotirende Bewegung erzeugen, bei weitem nicht aufgewogen. Was zweitens die Expansivkraft des Dampfes betrifft, so kann dieselbe in zweifacher Weise verwendet werden; entweder mittelbar, wenn durch die Kondensation des Dampfes ein luftverdünnter Raum hergestellt wird, und die Spannung der atmosphärischen Luft so viel Uebergewicht gewinnt, daß sie als treibende Kraft dienen kann (atmosphärische Maschinen, machines atmosphériques, atmospheric engines), oder unmittelbar, wenn die Spannung des Dampfes im Vergleich zur umgebenden Luft- oder Gasart so weit gesteigert wird, daß sie im Stande ist, einen beweglichen Körper, in der Regel einen Kolben, zu treiben. Die atmosphärischen Maschinen, bereits im Hauptwerke beschrieben, haben allmählig den Maschinen mit unmittelbarer Dampfwirkung weichen müssen.

Die unmittelbare Wirkung des Dampfes wird um so größer, je größer die Spannungsdifferenz zwischen dem arbeitenden Dampfe und dem auf die Gegenseite des Kolbens wirkenden Drucke ist. Hat der letztere die Spannung a und der aus dem Kessel zu tretende Dampf die Spannung n, so ist die Leistung des Dampfes proportional $n - a$. Hieraus geht hervor, daß man entweder a klein, oder n groß, oder endlich zugleich n groß und a klein machen muß, um eine möglichst große Wirkung zu erhalten. Damit a einen möglichst kleinen Werth erhalte, muß dem Dampfe auf der Gegenseite des Kolbens seine Spannung so viel als möglich entzogen werden. Dies geschieht durch die Kondensation des verbrauchten Dampfes (Dampfmaschinen mit Kondensation, condensation, condensation). Seinen größten Werth erreicht a, wenn der Dampf auf der Gegenseite des Kolbens unmittelbar mit der atmosphärischen Luft in Verbindung gesetzt wird (Dampfmaschinen ohne Kondensation). Maschinen letzterer Art können nur dann mit Vortheil angewendet werden, wenn n groß ist, und zwar mindestens 4 Atmosphären beträgt (Hochdruckmaschinen: machine à haute pression, high

pressure engine), während Maschinen, bei denen n nicht über 2 Atmosphären beträgt (Nieder- oder Tiefdruckmaschinen, machine à basse pression, low pressure engine) unbedingt mit Kondensation arbeiten müssen, wenn n — a einen nennenswerthen Werth erreichen soll. In der Mitte zwischen beiden stehen die Mitteldruckmaschinen (machine à moyenne pression, middle pressure engine), die nach Verhältniß der lokalen Umstände bald mit, bald ohne Kondensation arbeiten. Die größte Leistung endlich geben die Maschinen mit großem n und kleinem a (Hochdruckmaschinen mit Kondensation).

Der Werth n — a ist entweder konstant, oder variabel. Er ist konstant, wenn die Spannung n, mit welcher der Dampf zuströmt, während des vollständigen Kolbenspiels unverändert bleibt; er ist dagegen variabel, wenn man nach einem gewissen Theile des Kolbenwegs den Dampfzutritt aufhebt, so daß die Spannung n des frischen Dampfes, während der übrige Theil des Kolbenwegs zurückgelegt wird, nach und nach in die kleinere Spannung n_1 übergeht (Dampfmaschinen mit Expansion, détente, expansion). Dadurch wird die Arbeit gewonnen, welche dem Dampfe von der Spannung n beim Uebergange in die Spannung n_1 noch inne wohnt, und zwar ist dieselbe so lange nutzbar, als n_1 — a einen positiven Werth gibt. Maschinen dieser Art geben hiernach bei gleichen Dimensionen zwar eine kleinere Leistung, aber konsumiren viel weniger Dampf, also auch weniger Brennmaterial, als die Maschinen ohne Expansion, die im Gegensatze zu den Expansionsmaschinen auch Volldruckmaschinen genannt werden.

Wenn der Dampf einen Kolben in einem Zylinder in hin und her gehende Bewegung versetzt, so nennt man die Maschine eine Zylinder- oder Kolbenmaschine, im Gegensatz zu der rotirenden Maschine (machine rotative, rotary steam engine), in welcher der Dampfkolben eine drehende Bewegung empfängt. Die erstere, die bei weitem gebräuchlichere, ist wieder entweder eine einfachwirkende (machine à simple effet, single acting engine), wenn der Dampf nur nach der einen Richtung wirksam ist, während die Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung durch eine andere Kraft hervorgebracht wird; oder eine doppeltwirkende (machine à double effet, double acting engine), welche nach beiden Richtungen

hin vom Dampf ihre Bewegung empfängt. Einfachwirkende Dampfmaschinen können nur zum Betriebe solcher Arbeitsmaschinen dienen, bei denen das Gewicht gewisser Theile groß genug ist, um den Dampfkolben mit seinen zugehörigen Bewegungsmechanismen in rückgängige Bewegung zu versetzen, also z. B. zum Betriebe von Pumpen in Bergwerken, von Dampfhämmern u. s. w. Die doppeltwirkenden Dampfmaschinen sind dagegen einer ganz allgemeinen Verwendung fähig.

Ferner hängt die Konstruktion der Dampfmaschine auch davon ab, ob die Arbeitsmaschine eine hin und her gehende, oder eine rotirende Bewegung hat. Die hin und her gehende Bewegung kommt namentlich bei Dampfhämmern, Pumpen und Gebläsen vor. Hier bewirkt man die Verbindung mit der Dampfmaschine entweder unmittelbar, indem man den Hammer oder den Pumpen- oder Gebläsekolben mit dem Dampfkolben an eine gemeinschaftliche Stange anschließt, oder mittelbar, indem man die Bewegung des Dampfkolbens durch einen Balancier auf den Arbeitskolben überträgt. Karakteristisch in dieser Hinsicht sind die Cornwaller Maschinen, in der Regel einfachwirkende Maschinen mit Kondensation, starker Expansion, großem Kolbenhub, ohne Schwungrad und Regulator, welche, wenn sie mit hinreichend großen Kesseln versehen sind und gut gegen die Abkühlung geschützte Zylinder haben, sich durch einen außerordentlich kleinen Brennmaterialaufwand (bis zu 1 Kilogr. Steinkohlen mittlerer Qualität per stündliche Pferdekraft herab) auszeichnen.

Die Maschinen, welche eine rotirende Bewegung hervorbringen, und die zu diesem Zwecke immer mit einer Kurbel versehen sind, können zweierlei Art sein. Entweder ertheilen sie einer Welle eine Drehung nach stets unveränderter Richtung, wie die Maschinen zum Betriebe von Maschinenbauwerkstätten, Spinnereien, Webereien, Walzwerken u. s. w., oder sie haben die Bewegung auf eine Welle so zu übertragen, daß diese bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung sich dreht, wie die Fördermaschinen, Dampfschiffe, Lokomotiven u. s. w.

Zylinder. Zur Aufnahme des Dampfkolbens dient der Dampfzylinder (cylindre, cylinder), ein gußeiserner ausgebohrter Hohlzylinder, welcher an seinen beiden Enden durch Deckel und Boden geschlossen ist und zur Seite die Ein- und Austrittsöffnungen für

den Dampf enthält. Derselbe hat entweder eine vertikale, oder eine horizontale, in einzelnen Fällen auch eine geneigte Lage.

Auf liegende Zylinder wirkt das Gewicht des Kolbens nur an deren unterem Theile, und daher schreibt sich die längere Zeit hindurch verbreitete Ansicht, liegende Zylinder würden unten mehr, als an den übrigen Punkten ausgeschliffen und nähmen deshalb nach und nach eine ovale Gestalt an. Allein berücksichtigt man, daß die Einwirkung des Kolbens auf die Zylinderwand zum größten Theile durch die Liderung hervorgerufen wird und daß diese ringsum gleichförmig ihren Druck vertheilt, so ergibt sich hieraus zugleich, daß das Gewicht des Kolbens einen nur sehr untergeordneten Einfluß ausübt. Dagegen haben liegende Maschinen mehrere entschiedene Vorzüge. Die Bewegungsübertragung wird in vielen Fällen, wie bei Walzwerken, Gebläsen, Lokomotiven u. s. w. außerordentlich einfach, die Fundamentirung bei gleicher Solidität billiger, die Ueberwachung erleichtert, das Maschinenhaus niedriger.

Gegen die Abkühlung werden die Zylinder nicht nur durch Anwendung einer zweckmäßigen Form, sondern auch durch äußere Umhüllungen geschützt. Die günstigste Form ist die, bei welcher die Höhe oder Länge 2—2½ Mal so groß als die Weite ist. Als äußere Umhüllungen zum Schutze gegen Wärmeverlust dienen häufig hölzerne oder blecherne Mäntel. Der Zwischenraum zwischen dem Mantel und der Zylinderwand wird mit Sägespänen, Asche, Filz oder einem ähnlichen werthlosen, die Wärme schlecht leitenden Material ausgefüllt.

Am vortheilhaftesten ist es, den Zylinder mit einem zweiten, angegossenen oder angeschraubten, eisernen Mantel zu umgeben und den Raum zwischen beiden Zylinderwänden mit Dampf auszufüllen (Dampfmantel, chemise à vapeur, steam jacket), und zwar kann man hierzu entweder den aus dem Zylinder abgehenden oder den frisch aus dem Kessel kommenden Dampf benutzen. Der erstere gewährt insofern schon einen gewissen Schutz, als der verbrauchte Dampf immer noch eine höhere Temperatur hat, als die umgebende Luft; zweckmäßiger aber ist es, den frischen Dampf vor der Einführung in die Vertheilungskammer durch den Mantel strömen zu lassen, weil er dann bei seiner hohen Temperatur dem im Zylinder arbeitenden Dampfe während dessen Expansion nicht nur keine Wärme

entzieht, sondern sogar ihm noch Wärme mittheilt. Hirn (Bull. de la soc. de Mulh. 1856) findet den Gewinn an Leistung bei einer Woolf'schen Maschine, wenn diese mit einem Dampfmantel versehen wird, zu 25 Prozent.

Rauchmäntel statt der Dampfmäntel haben sich trotz der höheren Temperatur des abziehenden Rauches nicht bewährt; doch scheint eine Verbindung beider in der Weise, daß der Dampfmantel noch mit einem Rauchmantel umgeben wird, von Vortheil zu sein. Jedenfalls aber muß der Dampfmantel vor der Mittheilung der Wärme an die Umgebung noch durch einen hölzernen Mantel geschützt, und der Zwischenraum zwischen beiden durch schlecht leitende Materialien ausgefüllt werden. Bei den Zylindern der Cornwaller Maschinen begnügt man sich häufig hiermit nicht, sondern läßt auf den gußeisernen Mantel zuerst eine Luftschichte, sodann eine Mauerwerksschicht, hierauf einen stärkeren Mörtelbewurf und zuletzt endlich die hölzerne Bekleidung folgen.

Auch der Deckel soll gegen die Abkühlung geschützt werden; er ist zu diesem Zwecke mit einer Kappe von Blech zu versehen, welche eine unmittelbar auf dem Deckel ruhende Schicht eines schlechten Wärmeleiters umschließt. Früher machte man bisweilen auch den Deckel doppelt und füllte den Zwischenraum mit Dampf aus; doch ist man davon zurückgekommen, weil das Abschrauben der Dampfzuleitungsröhren bei dem Abnehmen des Deckels mit vielen Schwierigkeiten verbunden ist.

In der Mitte des Zylinderdeckels befindet sich die S t o p f b ü c h s e (boîte à étoupes, stuffing box), welche dazu dient, die Oeffnung, durch welche die Kolbenstange in den Zylinder eintritt, dampf- und luftdicht abzuschließen, so daß weder Dampf aus- noch atmosphärische Luft eintreten kann. Zur Abdichtung dient fast immer Hanf. Correns (Org. f. d. Ftschr. des Eisenbahnw. 1856) verbindet die Hanfliderung noch mit einer Lage vulkanisirten Kautschuks, welche so viel Druck auf jenen ausübt, daß jedes die Stange berührende Hanfsäserchen dicht genug und nicht zu fest, demnach gleichmäßig angedrückt wird. Damit nicht das Kautschuk in Folge der beständigen Pressung im warmen Zustande an die Metallwände der Stopfbüchse und der Stopfbüchsenringe anklebt und hierdurch die Erneuerung der Liderung erschwert wird, wird es mit zwei in Talg getränkten Leinwandlappen umgeben.

Metallliderungen sind vielfach vorgeschlagen worden, haben aber noch keine allgemeine Anwendung gefunden. Hunt (Pract. Mech. Journ. 1848) wendet eine konisch ausgebohrte Büchse an, in welche eine Anzahl entsprechend konisch abgedrehter Zinn- oder Messingringe eingesetzt werden. Diese Ringe sind schief aufgeschnitten und können nach Bedarf eingepreßt werden, so daß sie mit mehr oder weniger Kraft gegen die Kolbenstange drücken. Liddell (Lond. Journ. 1853) legt Kupferstreifen, in Schraubenlinien gewunden, in eine konische Vertiefung der Stopfbüchse ein und erhält sie durch eingegossenes Blei an Ort und Stelle. Wenn sich der lidernde Kupferstreifen abnutzt, so wird die Brille nachgezogen und durch den auf das Blei ausgeübten Druck der Kupferstreifen wieder dicht an die Kolbenstange angedrückt. Bei Crickmers Liderung (Lond. Journ. 1852) besteht der innere Theil in mehreren Ringen aus Drahtgeflecht; diesen zunächst liegen mehrere Ringe aus mit Talg getränktem Segeltuch; darauf folgt ein Ring aus vulkanisirtem Kautschuk, und diesen endlich umgeben noch mehrere Ringe Segeltuch.

Recht zweckmäßig scheint die in Fig. 48 und 49 abgebildete Metallliderung, welche von dem Amerikaner Clark (Pract. Mech. Journ. 1857) angegeben worden ist, zu sein. Dieselbe besteht aus verzinntem Messingblech, welches in konzentrischen Lagen die Kolbenstange umgibt und durch Kautschuk von außen gegen dieselbe angedrückt wird. Die Bleche werden in der Mitte umgelegt (Fig. 48), rund gebogen, an den Enden befestigt, und so geschnitten, daß sie, einem äußeren Drucke ausgesetzt, einen dichten Schluß herstellen. In Fig. 49 bezeichnet B die Metallringe, welche nur halb so hoch, als die Stopfbüchse sind, und C einen breiten Kautschukring, welcher unter starkem Druck in den äußeren Raum eingepreßt wird. Die Räume D D an beiden Enden der Liderung werden mit Hanf lose ausgefüttert. Beim Niederschrauben der Brille E erleidet das Kautschuk eine Zusammenpressung, und in Folge hiervon wird auch die Metallliderung B kräftig gegen die Kolbenstange angedrückt.

Um die Reibung herabzuziehen, versieht man die Stopfbüchsen oben mit einem Kelch, der beständig voll Oel erhalten wird. Auch kann man die Liderung selbst mit einem Oelbehälter umgeben (Rep. of Pat. Inv. 1843).

Der Zylinderboden bekommt einen Hahn zum Ablassen des Kondensationswassers und zum Ausblasen der Luft, bevor die Maschine

angelassen wird. Bei liegenden Maschinen kann man denselben ersparen, wenn man den Schieberkasten zur Seite des Zylinders und nach unten gerichtet anbringt, weil dann das Kondensationswasser durch den abblasenden Dampf mit fortgerissen wird.

Dampfkolben. Zur Aufnahme der Dampfkraft dient der Dampfkolben (piston, piston), ein an die Innenwand des Dampfzylinders genau anschließender Zylinder, welcher aus dem Kolbenkörper, der Liderung und dem Kolbendeckel besteht. Der Kolbenkörper besteht, ebenso wie der Kolbendeckel, aus Gußeisen, selten aus Messing (Mac Connell empfiehlt ihrer Leichtigkeit wegen schmiedeiserne Kolben, welche mit ihrer Stange aus einem Stücke geschmiedet sind), und hat in der Mitte eine Art Nabe, welche im Innern konisch ausgedreht ist und zur Aufnahme des ebenfalls konisch abgedrehten Kolbenstangenendes dient. Die Liderung ist entweder Hanfliderung, oder, und zwar gewöhnlich, Metallliderung. Bei Hochdruckmaschinen läßt sich die Hanfliderung gar nicht anwenden, weil dieselbe durch den heißen Dampf und die große Reibung schnell abgenutzt wird.

Bei Goodfellow's Kolben (Lond. Journ. 1839) ruht, wie Fig. 50 und 51 zeigen, der Federring cc lose auf der Bodenplatte, und über und unter demselben sind die beiden anderen Federringe dd und ee angebracht. Der mittlere ist oben und unten nach außen abfallend abgedreht, und der obere und untere ebenfalls, aber nach innen abfallend, so daß die Berührungsflächen scharf auf einander passen. Der obere Ring schließt sich mit seiner oberen Fläche an die durch Schrauben gg am Kolbenkörper befestigte Deckplatte an und bewirkt dadurch den Abschluß. Der mittlere Ring ist an der einen Seite stärker, als an der anderen, und sein Umfang ist mit vielen radialen Schnitten versehen, die um so tiefer werden, je näher sie der schwächeren Stelle des Ringes, an welcher derselbe gespalten ist, liegen. Bei diesem Kolben wird der Druck gleichförmig gegen die Zylinderwand fortgepflanzt, und zwar selbst dann noch, wenn die äußeren Liderringe sich schon etwas abgenutzt haben.

Der Kolben von Place und Evans (Mech. Mag. 1850) unterscheidet sich von dem eben beschriebenen dadurch, daß der innere Ring wegfällt, die beiden äußeren cc aber (Fig. 52) im Querschnitt trapezoidal sind und wie Doppelkeile gegen einander wirken. Derjenige Ring, welcher die größere Fläche einwärts kehrt und gegen den die

Schraubenfedern b wirken, muß entweder etwas dünner gemacht werden, als der andere, so daß er mit der Zylinderwand nicht in Berührung kommt, oder man muß ihn aus etwas weicherem Metall herstellen, so daß er sich schneller abführt.

Die Liderringe A (Fig. 53 und 54) an Wilson's Dampfkolben (Pract. Mech. Journ. 1850) sind ebenfalls so angeordnet, daß sie sich bei erfolgender Abnutzung selbstthätig an die innere Wandfläche des Zylinders andrücken; doch kann mittelst der Stellschrauben B der Liderungsdruck auch von Hand nachgestellt werden. Die um die Stellschrauben gewundenen Federn C liegen in Höhlungen in den Keilen D, welche so viel Zuschärfung besitzen, daß die Liderringe mit der obersten und untersten Kante stets dicht an der unteren Scheibe des Kolbenkörpers und an dem Deckel anliegen, während sie andererseits in radialer Richtung vollkommene Nachgiebigkeit besitzen. Die Liderringe sind an einer Stelle aufgespalten, außerdem aber auch, wie bei F, am inneren Rande eingeschnitten, wodurch sie eine größere Biegsamkeit erlangen. Die Vorstecker G verhindern das Zurückgehen der Stellschrauben B.

Große Verbreitung hat der von Schultz angegebene und in Fig. 55 und 56 dargestellte Kolben erlangt. C ist der Deckel (in Fig. 55 weggenommen gedacht), der auf dem Kolbenkörper durch vier Schrauben GG befestigt ist. DD sind zwei exzentrische Ringe von Gußeisen, die so auf einander gelegt sind, daß ihre Exzentrizitäten einander gegenüber liegen. EE ist ein schmiedeiserner Ring, der durch Kalthämmern so viel Elastizität erhält, daß er vermittelst der angespannten Schrauben HH die Keile FF stets kräftig in die keilförmigen Einschnitte der gespaltenen Ringe DD hineindrückt. Die Spalte des oberen und des unteren Ringes liegen auf entgegengesetzten Seiten und bestehen entweder in geradlinig fortlaufenden, oder nach Richard's (Lond. Journ. 1848) in gebrochenen Schnitten. Das Verfahren bei der Herstellung dieser Kolben ist ausführlich beschrieben im polyt. Journal, Bd. 78. Aehnliche Konstruktionen hat man auch schon früher in England angewendet (Verhandl. z. Beförd. d. Gewerbfl. in Preußen, 1835).

Auf der Pariser Ausstellung von 1855 befand sich der in Fig. 57 im Grundriß abgebildete Dampfkolben von Farcot. Der elastische Ring a wird durch einen zweiten Ring b, welcher mit schief aufstei-

genden Zähnen versehen ist, gegen die Zylinderwand angedrückt, indem die Zähne sich gegen die an der Innenfläche des Ringes a angebrachten Vorsprünge anlegen. Wird der Ring b in der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung gedreht, so wird dadurch der Liderring a schärfer gegen die Zylinderwand angepreßt. Diese Drehung des Ringes b wird vermittelst einer Schraube c bewirkt, die durch eine Schraube ohne Ende f von außen in Umdrehung gesetzt wird. Die Mutter d erhält dadurch eine fortschreitende Bewegung und überträgt dieselbe auch auf den Ring b, da sie mit diesem in Verbindung steht. Die Verbindung muß mit einem Gelenk versehen werden, weil die Mutter d eine geradlinige, der Ring b aber eine bogenförmige Bewegung hat. Der an den Boden des Kolbens angegossene Ring h dient dem Ringe b bei seiner Bewegung als Führung.

Durch große Einfachheit zeichnen sich die von Borsig bei kleinen oszillirenden Maschinen angewendeten Kolben (Berl. Gew.-, Ind.- u. Handelsbl. 1843) aus. Die untere Platte des Kolbenkörpers c (Fig. 58) ist oberhalb mit einem konisch zulaufenden Aufsatze versehen, und über diesen ist der Ring d von Zinn weggeschoben, welcher innerlich eine entsprechende, ebenfalls konisch zulaufende Oeffnung hat. Durch Aufschrauben des Deckels a auf den Kolbenkörper wird der dampfdichte Abschluß bewirkt, da das Zinn so viel Dehnbarkeit besitzt, daß es sich über dem konischen Aufsatz der Bodenplatte genügend ausbreitet.

Gillet (Pract. Mech. Journ. 1850) legt eine Reihe dünner schüsselförmiger Ringe aus weichem Metall über einander in eine Rinne am Umfange des Kolbenköpers und drückt dieselben durch den Kolbendeckel zusammen. Hat sich die Liderung abgenutzt, so wird der Deckel nachgezogen, wodurch die Ringe eine flachere Form erhalten. Sind endlich die Scheiben ganz flach, so ist die Liderung abgenutzt und muß durch eine neue ersetzt werden.

Barker (Lond. Journ. 1844) und später Joy (Mech. Mag. 1856) empfehlen Liderringe, welche aus ungefähr zwei Schraubenwindungen bestehen und nur durch ihre eigene Elastizität an den Zylinder angedrückt werden. Noch einfacher sind die Kolbenliderringe von Ramsbottom (Mech. Mag. 1854), welche ihrer Zweckmäßigkeit wegen schon vielfache Anwendung gefunden haben. Diese Ringe werden in Nuthen eingelegt, welche in den Umfang des Kolbenkörpers eingeschnitten sind,

und bestehen aus Stahl oder hartgezogenem Eisendraht. Da sie ursprünglich nach einem größeren Halbmesser gebogen sind, als der des Zylinders ist, so üben sie in Folge ihrer Elastizität einen gewissen Druck auf die Zylinderwand aus. Nach einer Mittheilung in der Ztschrft. d. hannöv. Ing.-V. 1857 nimmt man im Querschnitt quadratischen Draht von $4\frac{1}{2}$—$7\frac{1}{2}$ Millimeter Seitenlänge zu den Ringen und biegt denselben nach einem Kreise, dessen Durchmesser um $\frac{1}{10}$ größer ist, als der Zylinderdurchmesser. In einem Kolben werden 3—5 Ringe angewendet, deren Stöße gegen einander verschließen. Man hat bisweilen gefunden, daß dergleichen Ringe, namentlich kleinere, an den Fugen, sowie an den den Fugen entgegengesetzten Stellen sich rascher abnutzen, als an den dazwischen liegenden Theilen. Diesem Uebelstande kann man dadurch begegnen, daß man die Ringe nicht genau kreisförmig, sondern etwas oval biegt.

Es sind mehrere Anordnungen angegeben worden, welche das Nachziehen der Liderung gestatten, ohne daß man genöthigt ist, den Kolben- und selbst den Zylinderdeckel abzunehmen. Von diesen scheint die in Fig. 59 und 60 abgebildete, von Brunton angegebene (Lond. Journ. 1855) die zweckmäßigste zu sein. In eine zylindrische Aushöhlung in der Mitte des Kolbens ist ein starker Zapfen b eingepaßt, welcher eben so viele keilförmige Einschnitte d hat, als Federn e im Kolben liegen, und in diesen Einschnitten ruhen die mit den Federn e verbundenen Bolzen f. Durch den Zapfen ist eine Schraube g mit konischem Halse gesteckt, welcher letztere in die Innenwand des Kolbendeckels eingeschliffen ist. Außerdem sitzt über dem Halse ein viereckiger Kopf, welcher durch den ganzen Kolbendeckel hindurchgeht und noch ungefähr 35 Millimeter über denselben herausragt. In der Mitte des Zylinderdeckels ist eine Oeffnung, durch welche man vermittelst eines Schraubenschlüssels den Schraubenkopf fassen kann. Durch Drehung desselben wird der Zapfen b einwärts geschoben, die Bolzen der Federn rücken auf den Keilflächen der Einschnitte aufwärts, und die Federn kommen entfernter von der Kolbenaxe zu liegen. In der beschriebenen Ausführung ist dieser Kolben nur bei liegenden Zylindern anzuwenden; bei stehenden und überhaupt allen solchen Maschinen aber, bei denen man von der Mitte des Zylinderdeckels aus nicht zu dem Schraubenkopfe gelangen kann, muß jede einzelne Feder einen Zapfen erhalten, der über sich wieder eine Oeffnung im Zylinderdeckel hat.

Die Befestigung des Kolbens an seiner Stange erfolgt durch Verschrauben oder Verkeilen. Statt das Stangenende im Kolben nur nach einer Seite hin konisch ablaufen zu lassen, kann man dasselbe auch nach beiden Seiten konisch, mit dem größten Durchmesser in der Mitte der Kolbendicke, herstellen und die beiden Hälften des zweitheiligen Kolbens von zwei Seiten über das Kolbenstangenende zusammenschieben und durch Schrauben verbinden. Bei der Anordnung Fig. 61 ist in das Kolbenstangenende ein Hals eingedreht, der von zwei Ringhälften umfaßt wird, deren äußerer Durchmesser größer ist, als der Kolbenstangendurchmesser. Auf diesen zweitheiligen Ring wird der Deckel aufgelegt und dann auf den Kolbenkörper aufgeschraubt.

Zum Schmieren des Dampfkolbens, was namentlich bei Hanfliderung unentbehrlich ist, dient ein auf den Zylinderdeckel oder, bei liegenden Maschinen, auf den oberen Theil der Zylinderwand aufgeschraubter Schmierapparat, der in der Regel durch einen Hahn regulirt wird. Dieser Hahn ist hohl und hat zwei Bohrungen, die so gegen einander gestellt sind, daß die Höhlung des Hahnes, welche als Oelreservoir dient, entweder mit dem darüber stehenden Oelbecher, oder mit dem darunter befindlichen Dampfzylinder in Kommunikation steht. Im ersteren Falle füllt sich das Oelreservoir des Hahns, im zweiten entleert es seinen Inhalt in jedem Aufgange des Kolbens in den Zylinder.

Der in Fig. 62 abgebildete Apparat (Notizbl. d. hann. Gew.-V. 1846) bewirkt das Schmieren selbstthätig. A ist der Oelbecher, B der Deckel desselben, C ein mit einem Hahne D versehenes Rohr, welches auf den Zylinderdeckel aufgeschraubt wird. Im oberen Theile des Rohrs C liegt ein Doppelventil a c, welches in der einen Stellung dem Oele den Eintritt in den ringförmigen Raum zwischen den beiden Ventilen gestattet. Wird aber umgekehrt c geöffnet und a geschlossen, so fließt das in diesem Raume enthaltene Oel durch das Rohr C in den Dampfzylinder ab. Das wechselseitige Schließen und Oeffnen des Doppelventils wird durch die veränderte Spannung des Dampfes beim Auf- und Niedergange des Kolbens hervorgebracht.

Martini's Vorschlag (Eisenbahnz. 1854), den Kolben durch zwei Platten von elastischem Stahlblech zu ersetzen, welche durch den Dampf abwechselnd nach der einen und nach der anderen Richtung hin durchgebogen werden, hat keine Verbreitung gefunden.

Kondensator. — Der Kondensator (condenseur; condenser) hat die Bestimmung, die Spannung auf der Gegenseite des Kolbens herabzuziehen und dadurch die Wirksamkeit des frischen Dampfes auf der Arbeitsseite zu erhöhen. Derselbe besteht in der Regel aus einem zylindrischen Gefäß von möglichst großem Fassungsraum, in welches auf der einen Seite der verbrauchte Dampf und auf der anderen in möglichst feiner Vertheilung kaltes Wasser eingeführt wird. Die Menge des eingespritzten kalten Wassers wird durch einen Hahn, den sogenannten Einspritzhahn (robinet d'injection, injection cock) regulirt. Um die ganze Dampfmenge sofort beim Beginn des Kolbenhubes auf ein Mal zu kondensiren, regulirt Barnes (Bull. de la soc. d'enc. 1839) vermittelst eines Schiebers die Eintrittsöffnung für das kalte Wasser so, daß beim Umsteuern des Kolbens sofort alles kalte Wasser, welches zur Verdichtung erforderlich ist, eingeführt wird.

Ein recht zweckmäßiges Einspritzventil, von Cowper angegeben (Civ. Eng. 1850), bei welchem das Wasser möglichst gleichförmig in dem Kondensatorraume zerstreut wird, und das dem Verstopfen nicht ausgesetzt ist, zeigt Fig. 63. A ist der Kondensator, B der Dampfkanal, C die Luftpumpe, D die Kaltwasserzisterne, in welche A und C eingesenkt sind. E ist das Einspritzventil, ein Kegelventil, welches nur wenig über den Boden des Kondensators hervorragt und dessen Sitz nach unten in ein vielfach durchlöchertes Siebrohr ausläuft. Dieses Ventil kann vermittelst einer Schraubenspindel gehoben und dadurch der Mündungsquerschnitt desselben genau regulirt werden. Das Wasser tritt in einem feinen trichterförmigen Strahle in den Kondensator, trifft die Seitenwände desselben und erfüllt den ganzen Raum mit einem feinen Regen.

Schiele's Kondensationsapparat (Polyt. Journ. Bd. 106), in Fig. 64 abgebildet, besteht aus einem Zylinder, der durch die Scheidewand n in zwei Abtheilungen A und B getheilt wird. In dieser Scheidewand befindet sich bei h ein möglichst großes Ventil, welches sich von A nach B zu öffnet. e ist ein gebogenes Rohr in der Abtheilung B, welches oben an n angeschraubt ist und in seiner Fortsetzung in das Rohr f verläuft, das an der Decke der Abtheilung A liegt, an der Verbindungsstelle mit e kreisförmig, dann aber auf dem größten Theil seiner Länge oval ist und an der unteren Seite eine große Anzahl kleiner Löcher enthält. Das Rohr e ist unten durch eine sich nach

oben öffnende Klappe i geschlossen. Der zu kondensirende Dampf kommt durch das Rohr a und das Kniestück b nach dem Zylinder A. Das Knierohr k dient zur Abführung des Kondensationswassers und ist oben mit einem verschiebbaren Rohre l versehen, welches durch einen Handgriff m von außen tiefer oder höher gestellt werden kann und dadurch die Höhe des Wasserspiegels im Behälter A bestimmt, indem das über dieses Niveau hinaustretende Wasser durch k abfließt. g ist eine Klappe, die an der dem Kniestück b entgegengesetzten Seite des Behälters A angebracht ist. Die Wirkungsweise dieses Apparates ist folgende: Der durch ab eintretende Dampf treibt die in A enthaltene Luft, die etwa wegen Undichtheit von n vorhanden ist, durch g aus, indem durch den plötzlich wirkenden Dampfdruck dieses Ventil gehoben wird. Dieser Dampfdruck treibt zugleich, indem er auf die Wasseroberfläche in A wirkt, einen Theil des hier vorhandenen Wassers durch h nach B. In diesem Behälter wird die vorhandene Luft zusammengedrückt, und diese drückt wieder das Wasser durch e in den Raum f hinauf, aus welchem es in vielen einzelnen Strahlen niederfällt. Wird durch das Kondensationswasser das Niveau über die Oberfläche von l gehoben, so fließt Wasser ab, welches durch die Speisepumpe nach dem Kessel zurückgeführt wird. Die beschriebene Anordnung bedingt, daß stets das kälteste Wasser in B zur unmittelbaren Kondensation benutzt wird, das wärmste aber durch l abfließt.

Im Gegensatze zu den Kondensatoren, bei denen die Verdichtung des Dampfes durch Einspritzung bewirkt wird, heißen diejenigen, welche die Verdichtung durch Abkühlung der Gefäßwände von außen bewirken,

Oberflächen-Kondensatoren (condenseur à surface, surface condenser). Dieselben wirken nicht so rasch und deshalb weniger vollkommen, als diejenigen, bei welchen das kalte Wasser in den Verdichtungsraum selbst eingespritzt wird; allein sie haben vor diesen wieder den Vorzug, daß das Verdichtungsgefäß nicht durch Salze oder andere im kalten Wasser enthaltene Beimengungen verunreinigt wird. Aus diesem Grunde findet man den Oberflächenkondensator meistens nur bei Schiffsdampfmaschinen.

Hall's Oberflächenkondensator (Janvier, nouveau manuel des machines à vapeur, Paris 1837) besteht aus einer Zisterne, durch welche das Abkühlungswasser hindurchfließt, während der Dampf durch

ein ebenfalls in der Zisterne befindliches Röhrensystem hindurchgeleitet wird. Ueber den Rohrmündungen liegt ein Siebblech, durch welches der Dampf gleichmäßig über alle Röhren vertheilt wird. Auf 1 Pferdekraft sind 50 Röhren von ½ Zoll Durchmesser und 3 Fuß Länge, also 20 Quadratfuß oder 1,85 Quadratmeter Abkühlungsfläche zu rechnen.

Der folgende Kondensator ist nach einer Mittheilung im Mech. Mag. 1849 von Siemens mit gutem Erfolge an einer Dampfmaschine von 8 Pferdekräften angewendet worden. Innerhalb des Kondensatorkastens sind eine Anzahl Kupferplatten von 4½ Millimeter Stärke in vertikaler Richtung so aufgestellt, daß alternirend zwischen dem einen und dem anderen Ende der Platten und den vertikalen Kastenwänden eine Oeffnung bleibt. Durch den auf diese Weise gebildeten Zickzackkanal zirkulirt ein Strom kaltes Wasser. Der gebrauchte Dampf tritt aus dem Zylinder in den Kondensatorkasten und wird durch die oberen Enden der unten vom kalten Wasser getroffenen Kupferplatten kondensirt.

Craddock (Mech. Mag. 1843, 1847) bewirkt die Abkühlung der Gefäßwände durch die Luft. Da die ruhende Luft zu langsam abkühlt, ein Luftstrom aber nicht gleichmäßig gegen ein ganzes Röhrensystem gerichtet werden kann, so hat er seinen Röhrenkondensator so eingerichtet, daß die Durchströmungsröhren für den Dampf in einen Rahmen gefaßt sind, welcher mit bedeutender Geschwindigkeit um eine den Röhren parallele Axe gedreht wird. Jedenfalls ist die auf diese Weise hervorgebrachte Kondensation die unvollkommenste.

Zum Entfernen des durch die Kondensation gebildeten warmen Wassers, sowie der aus dem Einspritzwasser sich entwickelnden atmosphärischen Luft dient die Luft- oder Warmwasserpumpe (pompe à air, air pump), in der Regel eine gewöhnliche einfachwirkende Saugpumpe mit durchlochtem Kolben, einem Saugventile und einem Druckventile. Der Kolben wird mit Hanf abgedichtet (Wilson gibt im Pract. Mech. Journ. 1850 auch eine Metallliderung an), und seine Durchgangsöffnung durch ein metallenes Ventil, in neuerer Zeit auch durch Gummiplatten regulirt.

Eine sehr einfache und häufig vorkommende Konstruktion von Luftpumpenkolben mit Metallventil zeigt Fig 65. Der Kolbenkörper besteht aus Gußeisen und ist hohl; Nabe und Kranz sind durch vier

Arme mit einander verbunden. Ueber dem Kolben liegt das eben geschliffene Ventil lose auf. Der Hub des letzteren wird durch einen Bundring an der Kolbenstange begrenzt, während der Theil der Kolbenstange, welcher zwischen dem Kolbenkörper und dem Bundring liegt, dem Ventile bei seiner Bewegung als Führung dient.

Als sehr zweckmäßig werden die Luftpumpenkolben mit Gummiverschluß empfohlen, von denen Fig. 66 und 67, Scholl's Führer des Maschinisten entnommen, ein Bild geben. 5 ist eine Gummiplatte, auf einem Gitter 6 aufliegend. Beim Oeffnen des Ventils kommt die Gummiplatte in die punktirte Lage, indem sie sich an den durchlochten Teller 7, welcher den Hub begrenzt, anlegt. Kolben und Teller sind von Gußeisen. Auf dieselbe Weise kann auch das Saugventil der Luftpumpe hergestellt werden. Bei großen Luftpumpen würde das Anbringen einer einzigen Gummiplatte zu unbequem und unsicher sein. Man versieht deshalb bei solchen den Kolben und das Saugstück mit mehreren kleinen Ventilen dieser Art. Am zweckmäßigsten für Ventile sind die Gummitafeln mit Leinwandeinlage, da dieselben sich, durch die Leinwand gehalten, nicht beim Gebrauche strecken, wie die gewöhnlichen Kautschuktafeln.

Bei Cowper's Kondensationsapparat (Fig. 63) fehlt das Saugventil und ist dadurch ersetzt, daß der Zylinder C der Luftpumpe in einen Sumpf G im Boden des Kondensators taucht. Geht der Pumpenkolben nieder, so erfüllt das Wasser den Raum G und bildet einen hydraulischen Verschluß.

Benutzung der abgehenden Dämpfe bei Hochdruckmaschinen. Der Dampf tritt, nachdem er in der Maschine wirksam gewesen ist, wenn er nicht zur Kondensation bestimmt ist, entweder durch ein Ausblaserohr, dessen Querschnitt mindestens doppelt so groß zu machen ist, als der des Dampfzuleitungsrohrs, in die freie Luft; oder er wird noch zu mannichfachen Zwecken benutzt. Sehr häufig dient er zum Wärmen von Wasser, zum Heizen von Lokalen, von Wärmpfannen u. s. w.; in diesem Falle gibt man der Rohrleitung, um den Gegendruck möglichst klein zu machen, den 3—6fachen Querschnitt dessen, den die Leitungen des frischen Dampfes haben, und vermeidet sorgfältig alle Biegungen und Verengungen, soweit sie nicht unumgänglich nothwendig sind. Daß man bei blechernen Schornsteinen den gebrauchten Dampf auch als Zugbeförderungsmittel anwende, wurde

schon in dem Artikel „Dampfkessel“ erwähnt. Nach einer Mittheilung im Kölner Wochenblatt 1837 sollen Houget und Teston in Verviers den Dampf sogar durch einen gemauerten Schornstein, ohne irgend einen Nachtheil für diesen, ausgeblasen haben.

Steuerung (distribution, valve motion). Die Vertheilung des Dampfes, durch welche die Umsteuerung des Dampfkolbens nach beendigtem Hube hervorgebracht wird, findet in der Dampfbüchse oder Dampfkammer (boîte à vapeur, steam chest) Statt. In dieselbe mündet auf der einen Seite das Dampfrohr, während sie auf der anderen Seite mit den Dampfwegen des Zylinders in Verbindung steht. Als Vertheilungsmittel und, wenn die Maschine mit Expansion arbeitet, als Absperrungsmittel wirken, nachdem Kolben und Hähne sich als unzweckmäßig erwiesen haben, Schieber (tiroir, slide valve) und Ventile (soupape, valve).

Die Dampfbüchse, bei Schiebersteuerung meistens Schieberkammer oder Schieberkasten genannt, soll nicht nur einen möglichst kleinen Rauminhalt haben, damit die Widerstände des durchströmenden Dampfes und der schädliche Raum möglichst klein ausfallen, sondern sie muß auch der Abkühlung von außen eine möglichst kleine Oberfläche darbieten Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, die Schieber möglichst kurz zu machen und ihnen einen kleinen Hub zu geben. Freilich fallen dann die Dampfwege, welche aus der Schieberkammer in den Arbeitsraum des Zylinders führen, lang aus, wodurch der schädliche Raum wieder vergrößert wird; allein dieser Nachtheil ist nicht so groß, als wenn dem Dampfe durch eine ausgedehnte Oberfläche des Schieberkastens Gelegenheit geboten wird, einen großen Theil seiner Wärme an die umgebenden Wände abzugeben. Der dampfdichte Abschluß der Dampfkammer an der Stelle, wo die Schieber- oder Ventilstange durch dieselbe austritt, erfolgt durch Stopfbüchsen, deren gewöhnlichste Anordnung Fig. 68 (Taf. 51) zeigt. Der äußere Metallkranz a hat die Form einer Mutter und ist auf die Büchse aufgeschraubt. Ein Metallring b verhindert, daß Hanf zwischen die Gewinde kommt. Statt dessen kann man auch den Metallkranz innen glatt machen und auf die äußerlich mit Gewinde versehene Wand der Büchse aufschrauben.

Marton (Edinb. new philos. Journ. 35) bringt bei Kondensationsmaschinen die Schieberkammer ganz in Wegfall, indem er die

innere Fläche des Schiebers mit dem Kondensator und die äußere mit der atmosphärischen Luft in Verbindung setzt. Dadurch wird der Schieber stets dampfdicht auf seinem Sitze erhalten. Zur Einführung des Dampfes dient ein innerhalb des Schiebers angebrachter Kanal.

Das Prinzip der Schiebersteuerung ist folgendes: Der mit einer Höhlung versehene Schieber a (Fig. 69) bewegt sich über die Dampfwege b und c des Zylinders so, daß er dieselben abwechselnd mit der Schieberkammer und mit der Austrittsöffnung d in Verbindung setzt; und zwar ist immer der Dampfweg b mit der Austrittsöffnung in Kommunikation, wenn der Dampfweg c den Dampf aus der Kammer eintreten läßt, und umgekehrt. Dies bedingt, daß die eine Kolbenseite immer von frischem Dampfe getroffen wird, und der Dampf auf der entgegengesetzten Kolbenseite in die atmosphärische Luft oder in den Kondensator ausströmen kann. Die Deckflächen des Schiebers sind so breit, wie die Dampfwege, und sein Hub beträgt so viel, als die Breite eines Dampfwegs. Das Kreisexzentrik, durch welches derselbe seine Bewegung erhält, ist auf der Hauptwelle der Maschine so befestigt, daß die Exzentrizität desselben mit dem vom Kolben aus getriebenen Krummzapfen, welcher die Hauptwelle in Bewegung setzt, einen rechten Winkel einschließt. Daraus geht hervor, daß der Schieber in seiner höchsten oder tiefsten Stellung ist, wenn der Kolben seine mittlere einnimmt, und umgekehrt. In der höchsten Stellung des Schiebers (I) schneidet seine unterste Kante mit der oberen Begrenzung des Dampfwegs ab, so daß der frische Dampf durch den vollen Querschnitt dieses Dampfwegs eintreten kann. Gleichzeitig steht die untere Kante der oberen Deckfläche so gegen den oberen Dampfweg, daß der verbrauchte Dampf durch dessen vollen Querschnitt austreten kann. Dabei befindet sich der Kolben in seiner mittleren Stellung. Während der Kolben von hier aus steigt, geht umgekehrt der Schieber abwärts, und seine Deckflächen verdecken mehr und mehr die Dampfwege. Endlich kommt der Kolben in seine höchste Stellung, der Schieber also in seine mittlere, wobei er die Dampfwege vollständig bedeckt, so daß durch dieselben der Dampf weder ein- noch austreten kann. Diese Lage, welche durch das Beharrungsvermögen der Maschine überwunden werden muß, dauert nur so lange Zeit, als der Kolben zum Umkehren der Bewegung braucht. Sobald er seinen Niedergang beginnt, öffnen sich auch die Dampfwege wieder etwas und sind endlich vollständig

geöffnet, wenn der Schieber in seine tiefste (II) und der Kolben wieder in seine mittlere Stellung gelangt ist. Nur steht hier umgekehrt der Dampfweg b mit der Schieberkammer und der Dampfweg c mit der Austrittsöffnung in Verbindung. Während der Kolben seinen Niedergang vollendet, gelangt der Schieber aus seiner tiefsten Stellung wieder in seine mittlere, bei welcher er die Dampfwege verdeckt, und dann kehren beide in die Stellung I zurück.

Um sogleich am Anfange des Kolbenwegs eine größere Dampfmenge eintreten zu lassen und zugleich auch dem entweichenden Dampf einen bequemen Ausweg zu verschaffen, stellt man das Exzentrik so, daß es mit dem Krummzapfen einen stumpfen Winkel bildet. Dann hat der Schieber beide Dampfwege, sowohl den Dampf zuführenden, als den Dampf abführenden, schon um ein Geringes geöffnet, wenn der Kolben sich am Anfange seines Hubes befindet. Die Größe dieser Oeffnung nennt man das Voreilen (avance, lead) und den Winkel, um welchen das Exzentrik aus der früheren rechtwinkligen Stellung gegen den Krummzapfen verstellt wird, den Voreilungswinkel.

Um aber ferner die dadurch gewonnene Absperrung des Dampfes vor Vollendung des Kolbenhubs nach Belieben vergrößern zu können und zugleich das Austreten desselben zu erleichtern, dessenungeachtet aber nicht zu viel Gegendampf zu erhalten, verändert man auch noch den Hub des Schiebers und verlängert die Deckflächen desselben über die Breite der Dampfwege hinaus. Diese Verlängerungen oder Ueberhänge, welche die Schieberflächen bei der mittleren Stellung des Schiebers über die Dampfwege haben, nennt man Deckungen (recouvrement, cover) und unterscheidet dabei äußere Deckung oder Deckung auf der Dampfseite und innere Deckung oder Deckung auf der Ausblaseseite. Die Deckung findet hauptsächlich auf der Dampfseite Statt; doch gibt man gewöhnlich auch eine geringe Deckung auf der Ausblaseseite, um bei großem Voreilen ein zu frühes Ausströmen zu verhindern. Damit der Schieber bei beiden Bewegungsrichtungen des Kolbens in gleicher Weise die Dampfeinströmung bewirke, müssen bei der mittleren Stellung des Schiebers die äußeren Ueberhänge der Deckflächen, und ebenso auch die inneren, einander gleich sein. Das Exzentrik entfernt sich hierbei noch mehr aus seiner rechtwinkligen Stellung, als wenn keine Deckung vorhanden wäre; denn es muß für den äußersten Stand schon um den Betrag des Voreilens,

vermehrt um die Größe der äußeren Deckung aus seiner mittleren Stellung fortgerückt sein.

Man kann auf diese Weise den Dampf zum Theil schon expansionsweise wirken lassen, freilich aber erst nach Zurücklegung der ersten Hälfte des Kolbenhubs, weil der Schieber den Dampfweg, welchen er für den Eintritt des Dampfes geöffnet hatte, erst bei seinem Rückwege, also während der zweiten Hälfte des Kolbenhubs, wieder verschließen kann. Die Beziehungen, welche bei einem gewissen Expansionsgrade zwischen der Breite der Dampfwege, der Länge der Schieberdeckflächen und dem Hube des Schiebers Statt finden müssen, lassen sich leicht durch folgende Konstruktion finden, welche Valet in der Publ. ind. t. 9 angibt. Man verzeichne nach Fig. 74 einen Kreis von beliebigem Durchmesser, welcher zugleich den Kurbel- und den Exzentrikkreis vorstellt, und trage dann auf der Linie O C, welche die zweite Hälfte des Kolbenwegs bezeichnet, den Punkt auf, bei welchem die Absperrung des Dampfes erfolgen soll, z. B. bei $^2/_3$, $^3/_4$, $^4/_5$ u. s. w. des Durchmessers. Diese Punkte projizire man auf den Umfang in E, E^1, E^2 und ziehe die Halbmesser O E, O E^1, O E^2. Diese Halbmesser bezeichnen die Kurbelstellungen für den Beginn der Expansion. Hierauf ziehe man die Sehnen A E, A E^1, A E^2 und rechtwinklig gegen diese die Durchmesser F f, $F^1 f^1$, $F^2 f^2$. Dann sind die Abschnitte f i, $f^1 i^1$, $f^2 i^2$ dieser Durchmesser gleich der Breite der Dampfwege für den gegebenen Expansionsgrad, und die Abschnitte F i, $F^1 i^1$, $F^2 i^2$ gleich der Breite der zugehörigen Schieberdeckflächen. Der ganze Durchmesser entspricht dem Hube des Schiebers. Da die Breite der Dampfwege immer schon im Voraus nach den Dimensionen des Dampfzylinders bestimmt ist, so hat man nun noch das Verhältniß zwischen dieser gegebenen Breite und der durch die Konstruktion gefundenen Breite aufzusuchen. Dies geschieht auf folgende Weise: Auf den Durchmesser $F^1 f^1$, welcher dem gegebenen Expansionsgrade entsprechen möge, trägt man von i^1 aus die gegebene Breite der Dampfwege als $i^1 a$ auf, zieht aus dem Punkte a eine Parallele a b zu $f^1 A$, und aus b eine Parallele b o zu A O. Beschreibt man jetzt von o als Mittelpunkt mit o a als Halbmesser einen Kreisbogen, so erhält man im Durchmesser desselben den gesuchten Schieberhub, und der Theil c i^1 des Durchmessers a c ist gleich der Breite der Schieberdeckfläche. Die Verstellung des Exzentriks gegen die Kurbel wird durch den Winkel

b o c gemessen. Hierbei sind die Deckungen für den Ein- und Austritt des Dampfes gleich angenommen worden. Sind dieselben aber verschieden, so ist die Schieberdeckfläche um ihre Differenz kleiner zu machen. Fig. 75 zeigt einen solchen Schieber für 25 Millimeter Breite des Dampfwegs und eine Expansion, welche bei $^3/_4$ des Kolbenwegs beginnt; die Differenz der Deckungen beträgt 1 Millim.

In viel allgemeinerer Weise stellt Zeuner (Civiling. 1856) die Beziehungen zwischen dem Kolbenwege und der Dampfvertheilung durch den Schieber auf. Der Weg, den derselbe einschlägt, ist folgender: Es sei in Fig. 70 O die Axe der Exzentrikwelle, O R der Krummzapfen, $OD = OD_0 = r$ die Exzentrizität, $D_0 B_1 = l$ die Exzentrikstange, $B_1 B = l_1$ die Schieberstange, deren Richtung durch den Wellenmittelpunkt O geht. Befindet sich der Krummzapfen in der Richtung O H, so ist der Kolben an dem einen Ende seines Hubes und der Exzentrikhalbmesser weicht dann um den Winkel $HOD = 90^0 + \delta$ von der Horizontalen O H ab, wenn wir mit δ den Voreilungswinkel bezeichnen. Nach der Drehung der Welle um den Winkel ω gelangt der Krummzapfen in die Lage O R, der Exzentrikhalbmesser in die Lage OD_0, und der Schieber ist um einen gewissen Weg nach rechts fortgerückt. Nun ist

$$OB = OE + EB_1 + B_1 B$$
$$= r \sin(\omega + \delta) + \sqrt{l^2 - r^2 \cos^2(\omega + \delta)} + l_1,$$

oder annähernd, wenn man l gegen r sehr groß annimmt und alle Glieder vernachlässigt, die l^2 im Nenner haben,

$$OB = r \sin(\omega + \delta) + l - \frac{r^2 \cos^2(\omega + \delta)}{2l} + l_1$$

$$= r \sin\omega \cos\delta + r \cos\omega \sin\delta + l + l_1 - \frac{r^2}{2l} - \frac{r^2 \sin^2(\omega + \delta)}{2l}.$$

Vernachlässigt man auch noch das letzte Glied dieser Gleichung, so wird

$$OB = r \sin\omega \cos\delta + r \cos\omega \sin\delta + l + l_1 - \frac{r^2}{2l}.$$

Für $\omega + 180^0$, statt ω, wird

$$OB = -(r \sin\omega \cos\delta + r \cos\omega \sin\delta) + l + l_1 - \frac{r^2}{2l}.$$

Der Schieber schwingt also symmetrisch um einen Punkt X, der um die Größe $OX = l + l_1 - \frac{r^2}{2l}$ von O entfernt liegt. Nennt man

daher ξ den Weg des Schiebers für einen gegebenen Drehungswinkel ω des Krummzapfens, von der mittleren Stellung X aus gemessen, so wird

$$\xi = O B - \left(l + l_1 - \frac{r^2}{2 l}\right) = \pm (r \sin \delta \cos \omega + r \cos \delta \sin \omega).$$

Drückt man die konstanten Werthe $r \sin \delta$ und $r \cos \delta$ durch A und B aus, so gewinnt diese Gleichung die Form:

$$\xi = A \cos \omega + B \sin \omega.$$

Trägt man nun von einem Punkte O aus (Fig. 71) die rechtwinkligen Koordinaten $O B = \frac{A}{2}$ und $B C = \frac{B}{2}$ auf und schlägt von dem gefundenen Punkte C als Mittelpunkt aus einen durch O gehenden Kreis, so ist für einen beliebigen Winkel ω, von der Axe O X aus, in welcher O B liegt, gerechnet, der Radiusvektor $O P = A \cos \omega + B \sin \omega = \xi$, wie sich leicht beweisen läßt.

Der mit dem Halbmesser O R beschriebene Kreis repräsentirt den Kurbelkreis.

Steht die Kurbel im todten Punkte ($\omega = o$), so wird

$$\xi = A \text{ oder}$$
$$= O P_1 = 2\ O B.$$

Der Schieber ist in seiner mittleren Stellung, wenn

$$\xi = 0, \text{ oder}$$
$$\operatorname{tg} \omega = -\frac{A}{B} = -\operatorname{tg} \delta,$$

also wenn die Kurbel noch um den Voreilungswinkel δ gegen den todten Punkt zurücksteht.

Sein Maximum erreicht der Schieberweg, wenn

$$\frac{d\xi}{d\omega} = 0, \text{ oder}$$
$$\operatorname{tg} \omega = \frac{B}{A} = \cot \delta,$$

also wenn die Kurbel vom todten Punkte um das Komplement des Voreilungswinkels abweicht. In diesem Falle ist

$$\xi = A^2 + B^2 \text{ oder}$$
$$= O P_5 = 2\ O C.$$

Befindet sich endlich die Kurbel in ihrer mittleren Stellung ($\omega = 90°$) so ist

$$\xi = B$$
$$= O P_2 = 2 B C.$$

Um die Größen kennen zu lernen, um welche sich die Dampfwege bei einem gegebenen Winkel ω geöffnet haben, ist noch die Deckung einzuführen. In Fig. 72 ist der Schieber in seiner mittleren Stellung gezeichnet, die äußere Deckung sei e, die innere i, O O seien die beiden Dampfwege. Hat sich der Schieber um den Weg ξ nach rechts bewegt (Fig. 73), und ist die dadurch erlangte Oeffnung des Dampfwegs für den Eintritt a_1, so ergibt sich unmittelbar aus der Figur

$$a_1 = \xi - e$$

und ebenso, wenn man die Oeffnung des Dampfwegs für den Austritt a_2 nennt,

$$a_2 = \xi - i.$$

Man erhält daher auch in Fig. 71 für den Winkel δ die Größe der Dampfeintrittsöffnung, wenn man mit dem Halbmesser $O V = e$ von O aus den Kreis $V_1 V V_2$ beschreibt, $O P - O V = P V$, sowie die Größe der Dampfaustrittsöffnung, wenn man mit dem Halbmesser $O W = i$ den Kreis $W_1 W W_2$ beschreibt, $O P - O W = P W$. Der zurückgelegte Kolbenweg ist R T.

Der Dampfeintritt beginnt hiernach, wenn $V P = 0$ ist, also wenn die Kurbelstellung $O R_3$ durch den Punkt V_3 geht, und dauert so lange, bis V P wieder in 0 übergeht, also wenn die Kurbelstellung $O R_4$ durch den Punkt V_4 geht; die Kolbenstellungen für diese beiden Grenzpunkte sind mit H_3 und H_4 bezeichnet. Der Dampfaustritt auf der Gegenseite umfaßt die Kurbelstellungen von $O R_5$ bis $O R_6$, die durch die Schnittpunkte W_3 und W_4 bestimmt sind und den Kolbenstellungen H_5 und H_6 entsprechen. Die Expansion des Dampfes umfaßt den Bogen $R_4 R_7$, wenn unter $O R_7$ die in der Fortsetzung von $O R_5$ liegende Kurbelstellung verstanden wird; die entsprechende Kolbenstellung ist H_7. Die Kompression des Gegendampfes beginnt mit der Kurbelstellung $O R_6$ oder der Kolbenstellung H_6 und hört auf mit der Kurbelstellung $O R_8$ (in der Fortsetzung von $O R_3$) oder der Kolbenstellung H_8.

Um die Kompression des Gegendampfes zu Ende des Kolbenhubs zu beseitigen, überhaupt einen möglichst ungehinderten Ein- und Austritt des Dampfes zu gewinnen, wendet Bates einen sog. **Antikompressionsschieber** (Pract. Mech. Journ. 1857) an. A A (Fig. 76)

bezeichnet die Eintrittskanäle, B den Austrittskanal, C die Stege, welche den Austrittskanal von den Eintrittskanälen trennen. Einen Zoll unterhalb des Schieberspiegels sind von den drei Kanälen A, A, B, die wir Hauptkanäle nennen wollen, drei Nebenkanäle abgezweigt, welche bei D, E und F in gleicher Ebene mit den Hauptkanälen ausmünden. Zur Bedeckung dieser Austrittsöffnungen dient ein kleiner Hülfs- oder Nebenschieber, welcher derart angeordnet ist, daß er, wie der Hauptschieber, die Kanäle F und D abwechselnd schließt und öffnet, den Kanal E aber stets offen hält. Fig. 77 gibt eine Ansicht des Hauptschiebers M und des Hülfsschiebers N, wie sie neben einander im Schieberkasten liegen. Der den Hauptschieber M umfassende Rahmen R hat einen seitlichen Vorsprung G, welcher auf dem Rücken des Hülfsschiebers gleitet und durch seine Berührung mit den auf dem Hülfsschieber vorhandenen Erhöhungen H H die Bewegung des letzteren herbeiführt. Fig. 78 zeigt einen Querschnitt des Hülfsschiebers.

Soll die Expansion in höherem Maße bewirkt werden, so genügt die Absperrung durch Deckung nicht, sondern man bedarf dann besonderer Vorrichtungen, von welchen die wichtigsten im Folgenden beschrieben werden sollen.

Expansion durch unrunde Scheiben. Bei Sauluiers Maschine (Portef. ind. du Cons. des Arts et Mét. II) befindet sich an der Schwungradwelle eine exzentrische Scheibe y (Fig. 79). Die Summe je zweier Radien dieser Scheibe, welche in eine gerade Linie fallen, ist eine konstante Größe. Ertheilt man daher der Scheibe eine drehende Bewegung und umgibt sie mit einem Führungsrahmen x^1 x^2, welcher rechts und links in einer durch die Axe gehenden horizontalen Linie vermittelst der Laufrollen x x gegen den Umfang der Scheibe angedrückt wird, so bleibt die Entfernung der beiden Laufrollen von einander immer gleich groß, und beide werden nur gleichmäßig nach rechts und links verschoben. Die Größe der gesammten Verschiebung wird durch die Differenz des größten und kleinsten Scheibendurchmessers gemessen. Die vier Stellungen, welche der Schieber bei der Saulnier'schen Steuerung annehmen kann, sind in Fig. 80 dargestellt. Die Stellung I nimmt er ein, wenn der Kolben seine Aufwärtsbewegung beginnt, und verharrt in derselben bis zum Beginn der Expansion, wo er in die Stellung II übergeht; während des ersten Theils des Kolbenhubs war

der Dampfweg r^3 geöffnet, und während des zweiten ist er geschlossen, die Dampfwege r^1 und r^2 aber sind während des vollständigen Kolbenhubs mit einander in Verbindung. Ist der Kolben in seinem höchsten Stande angelangt, so wird der Schieber wieder umgesteuert und gelangt in die Lage III, bei welcher dem Dampf der Eintritt durch den Dampfweg r^2 eröffnet wird; in der Lage IV, in welche er beim Beginn der Expansion übergeht, ist dieser Dampfweg geschlossen und bleibt es bis zum vollendeten Spiele, worauf er wieder die Lage I annimmt. Bei der Stellung I ist der Bogen a b mit der rechts liegenden Laufrolle in Berührung, bei der Stellung II der Bogen b c, bei der Stellung III der Bogen c d, bei der Stellung IV der Bogen d a. Die Länge des Bogens a b, oder der Winkel α, welcher dieselbe mißt, ergibt sich für jeden beliebigen Expansionsgrad $\frac{s_1}{s}$ aus:

$$\frac{s_1}{s} = \frac{1 - \cos\alpha}{2} \text{ oder}$$

$$\cos\alpha = 1 - 2 \cdot \frac{s_1}{s}.$$

Hiernach ist für $\frac{s_1}{s} = 1,\ \alpha = 180^\circ,$

$$\frac{s_1}{s} = \tfrac{1}{2},\ \alpha = 90^\circ,$$

$$\frac{s_1}{s} = \tfrac{1}{3},\ \alpha = 70^\circ\ 30',$$

$$\frac{s_1}{s} = \tfrac{1}{4},\ \alpha = 60^\circ,$$

u. s. f.

Die Halbmesser der einzelnen Bögen sind, wenn der Halbmesser des kleinsten Bogens mit r und die Breite der Dampfwege mit b bezeichnet wird, folgende:

a b hat den Halbmesser r,
b c „ „ „ r + b,
c d „ „ „ r + 3 b,
d a „ „ „ r + 2 b.

Die Summe der Radien ist in jedem Falle 2 r + 3 b.

Macht man den Winkel α veränderlich, so kann man auch den Expansionsgrad verändern. Saulnier bringt zu diesem Zwecke neben

der beschriebenen Stufenscheibe noch eine zweite, welche gegen diese verstellbar ist, an. Fig. 81 zeigt in Y die feste und in Y' die bewegliche Scheibe. Der Bolzen y an der festen Scheibe tritt durch den bogenförmigen Einschnitt y' in die bewegliche Scheibe Y' und dient zur Befestigung der beiden Scheiben an einander. Außerdem ist an Y noch der Schraubenbolzen y² befindlich, welcher zur Befestigung dieser Scheibe auf der Welle dient. Werden die beiden Scheiben so mit einander verbunden, daß die Stufen gleiche Lage gegen die Welle haben, so bringen sie den kleinsten Expansionsgrad hervor; will man jedoch den Dampfzutritt früher absperren, so verstellt man die zweite Scheibe Y' so, daß der Winkel α verkleinert wird. Wenn nun die Laufrollen so breit sind, wie die beiden Scheiben zusammengenommen, so werden sie von den Stufen der beiden Scheiben abwechselnd in Bewegung gesetzt, und zwar so, daß sie immer der Scheibe, welche die größere Stufe darbietet, folgen. Damit die Rollen auch zur rechten Zeit wieder mit den Stufen von den kleinsten Halbmessern in Berührung treten, muß an jeder der beiden Scheiben die eine Stufe vom mittleren Halbmesser in Wegfall gebracht werden.

Auf gleichem Prinzip beruht Varley's Steuerung (Lond. Journ. 1843), ist aber insofern verschieden, als hier nur auf der einen Seite der Kurbelwelle zwei Stufen angebracht sind, und der Führungsrahmen durch einen exzentrischen Ring ersetzt wird. Die beiden Stufen bewegen den exzentrischen Ring und mit ihm die daran befestigte Schieberstange abwechselnd nach der einen und nach der anderen Richtung, und zwar bewirkt die erste Stufe den Verschluß des Dampfwegs und die zweite die Eröffnung desselben für den neu beginnenden Hub.

Endlich gehört hierher noch die Steuerung von Earnshaw in Nürnberg, von welcher eine Beschreibung und Zeichnung im Bayerischen Kunst- und Gewerbeblatt 1856 enthalten ist.

Expansion durch Nuthenscheiben. Hyard (Bull. du mus. 1845) ersetzt die unrunden Scheiben durch Scheiben mit Nuthen, welche letztere rings um den Umfang der Scheiben eingeschnitten sind. Diese Nuthen liegen zwar parallel zu den Umdrehungsebenen der Scheiben, aber nicht in einerlei Ebene, sondern in vier verschiedenen Ebenen, von denen zwei der Zuführung des frischen Dampfes und zwei der Expansionswirkung des eingeführten Dampfes entsprechen.

Expansion vermittelst zweier Exzentriks. Die früher nur bei Lokomotiven angewendete Stephenson'sche Coulissensteuerung hat in neuerer Zeit auch bei den stehenden Dampfmaschinen, namentlich den Fördermaschinen und überhaupt allen den Maschinen, bei welchen die Hauptwelle der Bewegung nach beiden Richtungen hin fähig sein muß, Eingang gefunden. Fig. 82 auf Taf. 52 zeigt eine Skizze dieser Steuerungsvorrichtung. a und b sind die Dampfwege für den Ein- und Austritt des Dampfes in den und aus dem Zylinder, D der Schieber, c die Austrittsöffnung, durch welche der verbrauchte Dampf in die Atmosphäre oder in den Kondensator entweicht. Die beiden Stangen der Exzentriks, von denen das eine für die Vorwärtsbewegung und das andere für die Rückwärtsbewegung des Kolbens bestimmt ist, schließen sich an einen geschlitzten Rahmen, die sog. Coulisse, EG an, welche vermittelst eines Hebelsystems IKMN beliebig gehoben oder gesenkt werden kann. In dem Schlitze der Coulisse liegt das Gleitstück O, welches mit dem zur unmittelbaren Bewegung des Schiebers dienenden Hebel PQ fest verbunden ist.

Denken wir uns die Coulisse so weit gehoben, daß das Gleitstück in der Mitte des Schlitzes liegt, so kann dasselbe gar keine Bewegung annehmen, weil dann die an gleichen Hebelarmen wirkenden Kräfte der Exzentrikstangen in jeder ihrer Stellungen sich gegenseitig aufheben, ohne auf das Gleitstück, gewissermaßen ihre Axe, eine Wirkung auszuüben. Wird dagegen die Coulisse so gestellt, daß das Gleitstück an dem einen Ende ihres Schlitzes liegt, so wird der volle Hub des Exzentriks auf die Schieberbewegung verwendet; der Schieber eröffnet dann bei Beginn des Hubes den Dampfweg und hält ihn bis gegen das Ende desselben offen. Eine Expansionswirkung findet also dabei nicht Statt, höchstens die, die durch Voreilen und Deckung hervorgebracht wird. Nimmt aber endlich, wie in der Zeichnung, die Coulisse eine solche Lage ein, daß das Gleitstück zwischen dem einen Ende der Coulisse und der Mitte derselben sich befindet, so geht sie in einen ungleicharmigen Hebel über, welcher den Schieber nur während eines gewissen Theils der Exzentrikdrehung in Bewegung setzt. Der Schieber öffnet jetzt den Dampfweg nur zum Theil und bedeckt auch diesen Theil noch vor vollendetem Hube des Exzentriks wieder, so daß der Dampfzutritt noch vor Beendigung des Kolbenhubs unterbrochen wird und der Dampf während des letzten Theils des Kolbenwegs

durch Expansion wirkt. Je näher das Gleitstück der Mitte der Coulisse liegt, desto kleiner wird der Schieberhub, desto größer also der Expansionsgrad, und umgekehrt. Das Feststellen der Coulisse erfolgt vermittelst eines Einlegers am Hebel MN, welcher in einen der Zähne an dem festen Bogen ST eingehakt wird. Ueber die verschiedenen Arten der Aufhängung der Coulisse, unter denen hier das Crampton'sche System gewählt wurde, kann gegenwärtig nicht weiter gesprochen werden.

Expansion durch eine Platte in einer besonderen Kammer. Die einfachste Steuerungsvorrichtung dieser Art zeigt Fig. 83. Der durch das Dampfrohr zuströmende Dampf gelangt durch die Mündung a zunächst in die erste Dampfkammer B, aus dieser aber durch die Mündung b in die zweite Dampfkammer e, und aus der letzteren endlich durch die Dampfwege D und D′ in den Dampfzylinder. S ist der Vertheilungsschieber, welcher sich mit einem angemessenen Grade von Voreilen und Deckung bewegt, E der Kanal, welcher den benutzten Dampf abführt, und s der die Mündung b auf- und zudeckende Expansionsschieber, dessen Exzentrik um etwa 45° hinter den Krummzapfen gestellt ist, so daß er beim Beginne des Kolbenhubs die Mündung b schon über die Hälfte frei gemacht hat. Damit derselbe sowohl beim tiefsten als beim höchsten Kolbenstande den Dampf zulasse, muß er während jedes Kolbenhubs ein volles Spiel machen, und sein Exzentrik deshalb mit der Kurbelwelle durch eine zweifache Uebersetzung verbunden sein.

Die in Fig. 84 dargestellte Steuerungsvorrichtung weicht von der vorigen insofern ab, als der Expansionsschieber mit einer Oeffnung versehen ist. Das Kreisexzentrik, welches zu seiner Bewegung dient, steht um etwa 120° hinter dem Krummzapfen und macht mit diesem eine gleiche Anzahl Spiele, muß aber bei gleicher Mündungshöhe eine doppelt so große Exzentrizität haben, als der undurchlochte Schieber. Der Expansionsgrad kann bei beiden Vorrichtungen sowohl durch Veränderung des Expansionsschieberhubs, als durch veränderte Stellung des Exzentriks gegen den Krummzapfen verändert werden. Die Veränderung des Expansionsschieberhubs bewirkt Helmert (Polyt. Centralblatt 1849) durch zwei in einander gesteckte Kreisexzentriks, deren Exzentrizitäten gleich und gegen einander verstellbar sind.

Um bei Anwendung des durchlochten Schiebers einen möglichst kleinen Schieberhub zu erhalten, bringt man in der Scheidewand der beiden Kammern, sowie im Expansionsschieber selbst mehrere niedrige Oeffnungen statt einer einzigen hohen an. In dieser Weise ist unter anderen die Brownlee'sche Steuerung (Pract. Mech. Journ. 1850) ausgeführt, welche vom Zentrifugalregulator aus regulirt wird. Ihre Anordnung zeigen Fig. 85 und 86. Wie zunächst aus Fig. 85 hervorgeht, ist die Stange B des Exzentriks bei C mit einem Muff verbunden, welcher sich an dem kreisbogenförmigen, um die feste Axe D drehbaren Hebel fortschieben läßt. An diesem Hebel ist bei E die Expansionsschieberstange angeschlossen, während der Muff C durch die Stange H mit dem Zentrifugalregulator in Verbindung gesetzt ist und, dem tieferen oder höheren Stande der Kugeln entsprechend, von der Drehaxe D des Hebels sich mehr oder weniger entfernt. Im ersten Falle wird der Ausschlagwinkel des Hebels CD und demzufolge auch der Schieberhub kleiner, im zweiten dagegen werden beide größer. Berücksichtigt man nun noch die aus Fig. 86 ersichtliche Konstruktion des Expansionsschiebers I, sowie die der Rückwand L des Schieberkastens, in welchem der Vertheilungsschieber K sich bewegt, so ergibt sich, daß der Zufluß des frischen Dampfes um so früher unterbrochen, die Expansion also um so früher begonnen wird, je größer der Hub des Expansionsschiebers ist, und umgekehrt.

Die Schiebersteuerung von Georges (Publ. ind. t. 9), welche ebenfalls eine Verstellung der Expansion, aber nur durch die Hand regulirbar, zuläßt, ist in Fig. 87 dargestellt. Der Vertheilungsschieber A ist in Bezug auf die Dampfwege a und b in der gewöhnlichen Weise konstruirt und hat wenig oder gar keine Deckung; seine Kanäle c und d münden direkt in die Rückfläche aus und sind hier bedeutend erweitert. Der Expansionsschieber B besteht in einer Platte mit einer rektangulären Oeffnung, deren Kanten e und f durch ihre Stellung die Zulassung oder Absperrung des Dampfes bedingen. Die Scheidewand D zwischen den beiden Schieberkammern besteht aus zwei zusammengeschraubten Platten. Die obere derselben hat eine lange rektanguläre Oeffnung, zu welcher die untere D' den Boden bildet. Die letztere hat zwei Oeffnungen g und h, welche mit den Oeffnungen c und d des Vertheilungsschiebers zu jeder Zeit kommuniziren. In der mittleren Oeffnung der oberen Platte befinden sich zwei Gleitstücke i

und j von der Dicke der Platte, welche dadurch ihre Führung erhalten, daß ihre Seitenflächen, parallel zur Schieberaxe, schief abgeschnitten sind. Diese beiden Gleitstücke, deren Stellung mit dem Expansionsgrade veränderlich ist, können sich gleichzeitig von einander entfernen oder einander nähern, wodurch die Querschnitte der Kanäle g' und h', welche zu beiden Seiten der Gleitstücke offen bleiben und den Oeffnungen g und h in der unteren Platte D' gegenüber liegen, gleichzeitig und in gleichem Maße verkleinert oder vergrößert werden.

Die Stellung der Gleitstücke i und j wird vermittelst des Getriebes k regulirt, welches mit den beiden an den Gleitstücken befestigten kleinen Zahnstangen l (die vordere Zahnstange an dem Gleitstücke j ist in der Zeichnung weggeschnitten gedacht) in Eingriff steht. Die Drehung des Getriebes wird durch einen Handgriff m bewirkt, welcher mit seiner Axe unmittelbar verbunden ist. Ein getheilter Bogen n mißt den Winkel, um welchen für jeden Expansionsgrad der Handgriff m gedreht werden muß.

Die Wirkungsweise dieser Mechanismen ist nun folgende: Nehmen wir zuvörderst an, der Vertheilungsschieber A befinde sich in dem Punkte, wo der Dampf durch die Oeffnung a in den Zylinder einzutreten beginnt, in der Stellung also, in welcher er die Hälfte seines Wegs, vermehrt um das Voreilen, zurückgelegt hat und der Kolben seinen Hub beginnt, so ist der Expansionsschieber ebenfalls am Anfange seines Hubs, und der Kanal g' ist vollständig offen. Der Dampf in der Schieberkammer kann also durch die Oeffnungen g', g und e frei eintreten. Die Kante e bewegt sich von jetzt an nach der Mitte der Schieberkammer C zu und bedeckt den Kanal g' nach und nach immer mehr, bis sie ihn endlich vollständig verschließt und den Zutritt des Dampfes aufhebt. Da nun das Exzentrik des Expansionsschiebers genau dieselbe Stellung hat, wie der Krummzapfen, so verhält sich auch die Zeit, während welcher der Kanal g' offen bleibt, zu der Zeit des ganzen Kolbenhubs, wie die Breite des Kanals g' zum ganzen Hube des Schiebers B. Oder mit andern Worten, wenn die Breite des Kanals g' halb so groß ist, als der Schieberhub, so beginnt die Expansion bei $1/2$ des Kolbenwegs; ist die Kanalbreite $1/3$ des Schieberhubs, so beginnt die Expansion bei $1/3$ des Kolbenwegs u. s. f.

Statt des Getriebes k mit den Zahnstangen l kann man sich auch einer recht- und linkgängigen Schraube bedienen, deren Muttern

mit den Gleitstücken i und j verbunden sind. Diese Schraube liegt parallel zur Schieberbewegung und wird durch eine Kurbel von außen in Bewegung gesetzt.

Expansion durch eine Platte auf dem Rücken des Vertheilungsschiebers ohne selbständige Bewegung. Hierher gehört zunächst die Steuerung von Edwards (Civ. Eng. 1843; Leblanc, rec. des mach. III.), welche in Fig. 88 im Durchschnitt dargestellt ist. A ist die Zylinderwand, H der Vertheilungsschieber und I der aus einer Platte bestehende Expansionsschieber, welcher auf dem Rücken des Vertheilungsschiebers durch Reibung erhalten wird und sich auf demselben nur so weit verschiebt, als die beiden Klauen a a es erlauben. Werden die Klauen a a so nahe zusammengestellt, daß sie die Platte I festhalten, so bewegt sich der Vertheilungsschieber allein und der Dampf strömt dann nur auf einem kleinen Theil des Kolbenwegs ein, da die Einströmungsöffnung sehr bald durch I verdeckt wird. Werden dagegen die Klauen a a so weit zurückgestellt, daß sie von der Platte I während der ganzen Bewegung des Vertheilungsschiebers nicht erreicht werden, so wird die Platte I durch die Feder K auf der Mitte des Vertheilungsschiebers H erhalten, und es strömt dann der Dampf so ein, als wäre gar keine Platte vorhanden, also bis zur Beendigung des Kolbenhubs. Die Wellen der beiden Klauen a a tragen außerhalb der Schieberkammer zwei in einander eingreifende Zahnräder, die entweder von Hand oder durch den Regulator so gestellt werden, daß der gewünschte Expansionsgrad gewonnen wird. In der Regel erhalten beide Klauen gegen ihr entsprechendes Plattenende eine gleiche Stellung; doch kann die Vorrichtung bei Maschinen, die in der einen Bewegungsrichtung des Kolbens stärker belastet sind, als in der anderen, auch so benutzt werden, daß bei der Bewegung in der ersten Richtung die Absperrung später eintritt, als bei der Bewegung in der zweiten.

Die wesentliche Einrichtung der Farcot'schen Steuerung (Challamel, l'exposit. II) ist in Fig. 89 und 90 abgebildet. Der Haupttheil ist der Schieber A; über demselben liegen zwei andere Schieber d d, welche mit mehreren Oeffnungen versehen sind, die mit anderen Oeffnungen auf der Rückseite von A korrespondiren und, wenn sie über die letzteren treten, dem Dampfe den Eintritt in die Kammern b b gestatten. Aus den letzteren gelangt der Dampf durch die Dampfwege o o in den Zylinder, sobald bei der hin und her gehenden Bewegung

des Schiebers A die Räume bb über die Eingänge der Dampfwege treten. Die Schieber dd werden vom Vertheilungsschieber so lange mit hin und her geführt, bis sie entweder durch die Aufhalter ff, die an der oberen und unteren Wand der Schieberkammer angebracht sind, oder durch die Nasen ii, welche sich gegen die flügelförmigen Zähne an der Mittelwelle c (Fig. 90) bewegen, an der Fortsetzung ihrer Bewegung gehindert werden. Die Länge, um welche die Aufhalter ff vorstehen, ist so berechnet, daß sie die gleitenden Schieber jedes Mal genau an den Ort bringen, den sie einzunehmen haben, wenn der Vertheilungsschieber an dem einen oder anderen Ende seiner Bahn angelangt ist. Durch Drehung der Welle c kann die Stellung der Zähne und mithin auch der Expansionsgrad verändert werden.

Wenn der Dampfkolben seinen Lauf beginnt, ist der Vertheilungsschieber bereits um die Hälfte seines Hubes vorwärts gekommen, und kann daher die Nasen ii nur während der letzten Weghälfte gegen c hin bewegen; d. h. nur während der ersten Hälfte des Kolbenhubs eine Expansion erzeugen. Will man dagegen den Expansionsgrad während des ganzen Kolbenhubs verstellen können, so muß man zwei Vertheilungsschieber hinter einander anwenden, deren Exzentriks rechtwinklig gegen einander stehen.

Eine Kombination der beiden vorbeschriebenen Steuerungen ist die Alban'sche Steuerung (Polyt. Journ. Bd. 113); sie ist im Wesentlichen die Edwards'sche, hat aber statt der Klauen die flügelförmigen Zähne der Farcot'schen Steuerung.

Bourdon's Steuerung (Challamel, l'Exposit. II.) zeigen Fig. 91 und 92 (Taf. 52). A ist die Zylinderwand mit den Dampfwegen, B die Schieberkammer, C der Vertheilungsschieber mit zwei querdurchgeführten Kanälen, DD sind kleine Deckplatten, welche auf stählernen Axen ruhen; E ist ein doppelarmiger Hebel, der an den Enden mit Stoßplatten versehen ist. Der letztere schwingt mit einer konisch eingeriebenen Welle, welche von außen durch eine Kurbel von Hand oder durch den Regulator gestellt werden kann. FF sind Aufhalter, deren Länge so abgemessen ist, daß sie die Dampfeinströmungsöffnungen für jeden beliebigen Expansionsgrad zur rechten Zeit eröffnen. G ist das Dampfrohr. Das Spiel dieser Vorrichtung ist folgendes: Stellt man den Hebel E so, daß seine Enden bei der Bewegung des Schiebers die beweglichen Platten DD nicht treffen, so strömt der Dampf

während des ganzen Kolbenlaufs ein, weil die Dampfeinströmungsöffnungen nicht verdeckt werden. Dreht man dagegen diesen Hebel, so findet die Absperrung des Dampfes um so früher Statt, je eher die Enden des Hebels die Deckplatten DD erreichen. Auf diese Weise kann man den Expansionsgrad zwischen $^1/_{20}$ und $^1/_2$ des Kolbenwegs verstellen. Will man den Expansionsgrad so weit veränderlich machen, daß die Absperrung auch in der zweiten Hälfte des Kolbenwegs bewirkt werden kann, so muß man ein Stufenexzentrik anwenden.

Bei dem Garrett'schen Schieber, der in Fig. 93 abgebildet ist (Lond. Journal 1855), sind an der Expansionsplatte e Vorsprünge e* e*, sowie an der Rückfläche der Schieber ff Nasen f* f* angebracht. Bei der Bewegung der Schieber ff, welche wie gewöhnlich durch ein Exzentrik hervorgebracht wird, werden die Nasen f* f* abwechselnd mit den Vorsprüngen e* e* in Berührung gebracht, wodurch der Expansionsschieber eine abgesetzte Bewegung erhält, bei der er die Mündung c nach Bedarf schließt und öffnet. Die Stellung der Nasen f* f* ist so gewählt, daß der Expansionsschieber während eines großen Wegtheils des Vertheilungsschiebers in Ruhe bleibt, wie auch aus der Zeichnung hervorgeht, in welcher die äußersten Stellungen des Expansions- und der Vertheilungsschieber durch punktirte Linien angedeutet sind. Soll der Expansionsgrad veränderlich gemacht werden, so stellt man nach Fig. 94 die Nasen gg an den Vertheilungsschiebern ff verstellbar her, indem man dieselben an eine Stange h mit recht- und linkgängigen Schraubengewinden anschraubt. Diese Stange geht durch die an den hinteren Schieberwänden angebrachten Nasen f hindurch und ist bis über den Schieberkasten hinaus verlängert. Das äußere Ende derselben ist vierkantig und dient zur Aufnahme eines Schlüssels, durch dessen Drehung die Nasen einander näher oder entfernter gerückt werden und der Weg des Expansionsschiebers daher vergrößert oder verkleinert wird.

Bei der Steuerung von Legavrian und Farinaux (Bull. de la soc. d'enc. 1848) hat umgekehrt wie bei den vorbeschriebenen Einrichtungen, der Vertheilungsschieber (Fig. 95) keine selbständige Bewegung, sondern nimmt erst an der Bewegung der Schieberstange i Theil, nachdem dieselbe bereits einen Theil ihres Wegs durchlaufen hat. Er ist mit zwei quer durchgehenden Kanälen versehen und trägt auf seiner Rückfläche zwei Ansätze p, zwischen denen die Schieberstange

liegt und gegen welche eines der Gestemme tt sich anlegen muß, bevor der Vertheilungsschieber der Bewegung der Schieberstange folgen kann. An der Schieberstange befinden sich noch die Deckplatten rr, die mit den Muttern ss verbunden sind. Die Gewinde der beiden Muttern sind wieder einander entgegengesetzt, so daß bei einer Drehung der Stange i dieselben gleichzeitig einander genähert und von einander entfernt werden, und der Expansionsgrad eine Veränderung erleidet.

Der in Fig. 96 abgebildete Schieber von Hanrez (Publ. ind. t. 9) ist mit einem Kanal a versehen, dessen offene Enden mit den Dampfwegen e und e' des Zylinders in Verbindung gebracht werden. Die innere Oeffnung b dient wie gewöhnlich zur Abführung des Dampfes. Die äußere Schieberwand hat zwei Oeffnungen c und c', welche in das Innere des Kanals e einmünden, und gleitet unter einer festen Platte D, in welcher wieder eine Oeffnung d angebracht ist. Diese Platte D ist fest mit der Schieberkammer verbunden und so in derselben angebracht, daß ihre Mitte genau über der Mitte der Austrittsöffnung f liegt. In diesen Mitten liegt auch zugleich die mittlere Schieberstellung. Beim Beginn des Kolbenhubs ist die Mündung c an der äußeren Schieberwand um etwas mehr, als 1 Millim. offen; von da geht der Schieber in der Richtung des Kolbens vorwärts, und es stellt sich endlich die obere Oeffnung c in demselben der Oeffnung d in der festen Platte gegenüber, während die zweite Oeffnung c' im Schieber über die Platte hinausrückt. Da die beiden Oeffnungen c und c' in den Schieberkanal a einmünden, und die rechts liegende Oeffnung dieses letzteren bis jetzt immer mit dem Dampfwege e in Verbindung stand, so strömt während dieser Zeit der Dampf durch die bezeichneten drei Oeffnungen gleichzeitig in den Dampfweg e und nach dem Kolben. Hiernach muß auch die Querschnittssumme der Oeffnungen c und c' dem Querschnitte des Kanals a und der Dampfwege e und e' gleich sein. Sobald die Oeffnungen c und d einander unmittelbar gegenüberliegen, ist der Schieberhub vollendet. Der Kolben ist in der Mitte seines Hubs und setzt seinen Weg in unveränderter Richtung fort; der Schieber dagegen kehrt um, und nachdem er um die Breite der Oeffnung c oder c' rückwärts gegangen ist, befindet er sich in einer solchen Stellung, daß alle Oeffnungen geschlossen sind, und die Expansionswirkung beginnt. Bei dieser Einrichtung kann die Absperrung des Dampfes immer erst in der zweiten

Hälfte des Kolbenwegs bewirkt und der Expansionsgrad nicht verändert werden.

Expansion durch eine Platte auf dem Rücken des Vertheilungsschiebers mit selbständiger Bewegung. Fig. 97 stellt die beiden Schieber im Durchschnitt dar. Der Vertheilungsschieber ist hohl und bildet in seinem Innern einen mit den Dampfwegen b und b' des Zylinders korrespondirenden Kanal aa', welcher durch eine Oeffnung c in der Rückwand des Schiebers mit der Schieberkammer in unmittelbarer Verbindung steht. Durch einen zweiten, von einem besonderen Exzentrik bewegten Schieber e wird diese Oeffnung zu gewissen Zeiten verschlossen, und dadurch die Absperrung des Dampfes herbeigeführt. Beim beginnenden Niedergange des Kolbens gehen auch Vertheilungs- und Expansionsschieber niederwärts. Bald erreicht der letztere seinen tiefsten Stand und fängt wieder an zu steigen, während der Vertheilungsschieber und also auch die Oeffnung c in der Rückwand desselben noch kurze Zeit abwärts geht und dann ebenfalls steigt, aber langsamer, als der Expansionsschieber, so daß die obere Kante dieses letzteren die obere Kante der Oeffnung c bald erreicht und den Dampfeintritt abschließt. Die Oeffnung bleibt dann geschlossen, bis gegen das Ende des Kolbenwegs die untere Kante des Expansionsschiebers über die untere Kante der Oeffnung c emporsteigt und dem Dampfe von neuem Zutritt gestattet. Für den Rücklauf wiederholt sich dasselbe Spiel.

Statt der einen Oeffnung im Rücken des Vertheilungsschiebers kann man nach Easton und Amos (Civ. Eng. 1844) auch zwei solche anbringen (Fig. 98) und dieselben abwechselnd durch eine Platte verschließen, die mittelst eines stellbaren Exzentriks in Bewegung gesetzt wird.

Petrie (Lond. Journ. 1849) läßt die Dampfwege am oberen und unteren Ende des Zylinders in den Schieberkasten ausmünden und regulirt jeden einzeln durch einen Vertheilungsschieber mit einer Oeffnung und eine von einem besonderen Exzentrik bewegte Platte. Eine ähnliche Anordnung für eine zweizylindrige Maschine beschreibt auch Thomson (Lond. Journ. 1856).

Trésel (Publ. ind. t. 4) bewirkt die Expansion ebenfalls durch eine Platte, die durch ein besonderes Exzentrik bewegt wird. Die beiden Exzentriks haben ähnliche Gestalt, aber verschiedenen Hub. Das

erste bewegt sich in einem rechteckigen Rahmen mit ebenen Seitenwänden, und das zweite in einem von vier gekrümmten Seitenwänden begrenzten Rahmen (Fig. 99). Der Vertheilungsschieber ist so gestellt, daß die Dampfeinströmungsöffnungen vollkommen offen sind, wenn der Kolben 0,07 seines Wegs zurückgelegt hat. Dies kann bei kreisrunden Exzentriks nicht Statt finden, da diese die Einströmungsöffnungen erst dann vollständig öffnen, wenn der Kolben 0,45 seines Wegs zurückgelegt hat. Die Krümmungen, nach denen der Rahmen für den Expansionsschieber geformt ist, sind bestimmt, die Differenzen im Kolbenlauf beim Aufgang und beim Niedergang auszugleichen, welche durch die Länge der Kurbelstange bedingt werden und welche um so größer sind, je kürzer die Kurbelstange ist.

Entlastungsschieber. Um die Schiebermechanismen so wenig als möglich anzustrengen und die Abnutzung derselben herabzuziehen, sucht man die Schieber zu entlasten; d. h. man konstruirt sie so, daß der Dampf sie mit einem möglichst geringen Druck auf den Schieberspiegel niederpreßt.

Ein solcher Entlastungsschieber ist in Fig. 100 abgebildet. An die Rückfläche desselben ist ein Ring AB angegossen, und über diesen, der auswendig abgedreht ist, ist ein inwendig ausgedrehter Messingring CD geschoben. Zwischen beide Ringe AB und CD ist dann noch ein dritter Ring EF eingelegt, der auf der gehobelten Fläche des Schieberkastendeckels H gleitet und durch eine in den Messingring gelegte Hanfpackung unter dampfdichtem Abschluß an denselben angedrückt wird.

Reuleaux (Schweiz. Polyt. Ztschr. 1857) trennt den entlastenden Ring vom Schieber, weil die Berührungsfläche zwischen demselben und dem Schieberkastendeckel schwer dicht zu halten ist. Derselbe befestigt nach Fig. 101 die Entlastungsplatte EE mittelst einer auf ihren Rücken geschraubten Kautschukplatte am Schieberkastendeckel J, und zwar so, daß sie etwas auf- und niederspielen, also kleinen Ungenauigkeiten in der Aufstellung nachgeben kann. Auf den Rücken gh des Schiebers ist sie dampfdicht aufgeschliffen, während ihre Höhlung durch die Oeffnungen k und i mit der freien Luft verbunden ist.

Bucknall (Civ. Eng. 1847) sucht den Dampfdruck gegen den Schieber dadurch herabzuziehen, daß er die Dampfzu- und Abführungswege mit einander vertauscht, so daß im Schieberkasten immer

nur Dampf von der Spannung der atmosphärischen Luft oder der Spannung im Kondensator vorhanden ist. Der Dampf tritt durch s (Fig. 102) in den innern Schieberraum a und aus diesem in einen der Dampfwege bb nach dem Zylinder. Der Abschluß oberhalb erfolgt durch die mit einer Feder gegen die Rückenfläche des Schiebers gepreßte Platte, welche mit einer dem Drucke des Dampfes gegen den Querschnitt der Oeffnungen aa proportionalen Kraft gegen den Schieber angedrückt werden muß. Der verbrauchte Dampf entweicht durch die Schieberkammer R in den Raum P.

Colegrave (Lond. Journ. 1851) bringt nach Fig. 103 im Schieberkasten a vier Bolzen an, welche in die Rückwand des Zylinders eingeschraubt sind und zur Unterstützung der gußeisernen Platte d dienen. Letztere ist auf der unteren Fläche geschliffen, damit sie flach auf der Rückenplatte c des Schiebers aufliegt. Mittelst der Muttern f und g, welche die Platte d zwischen sich fassen, wird diese in der gehörigen Lage erhalten. Der Schieber besteht nicht wie gewöhnlich aus einem Stücke, sondern es ist in eine Höhlung auf der Rückfläche desselben eine Platte c eingelegt, welche fortwährend durch die Federn h gegen die Platte d angedrückt wird. Die ringsum vorstehenden Ränder des Schieberkörpers verhindern eine Verschiebung der Platte c.

Pearce (Lond. Journ. 1857) hält eine verstellbare Platte a (Fig. 104) durch Stellschrauben c, welche durch die Rückwand des Schieberkastens hindurchgehen, mit der Rückfläche des Schiebers in dichter Berührung und verhindert die seitliche Verschiebung dieser Platte durch die Vorsprünge b an den Enden. Der Schieber selbst besteht aus einem einfachen Rahmen mit parallelen, gleich großen und gleich geformten Vorder- und Rückflächen und erhält seine Bewegung durch eine Stange g, welche durch eine Stopfbüchse h in die Schieberkammer eintritt. In der mittleren Stellung des Schiebers sind die Dampfwege PP geschlossen, und der Dampfdruck hält sich auf allen Seiten desselben das Gleichgewicht. Damit aber dieser Gleichgewichtszustand auch bei allen übrigen Schieberstellungen eintritt, sind in die Vorderfläche der Platte a die Vertiefungen m, n, o eingeschnitten, welche den Dampfwegen unmittelbar gegenüber liegen und mit diesen gleiche Querschnitte haben. Wenn nun auch die Dampfwege eröffnet werden, so unterliegen immer gleiche Flächentheile der Vorder- und der Rückenfläche des Schiebers dem Dampfdrucke, so daß derselbe in keiner

Stellung des Schiebers den Gleichgewichtszustand desselben aufheben kann. Bei geschlossenen Dampfwegen findet der Dampf durch die Kanäle x x Zutritt zu den Vertiefungen m und o in der Platte a. Dieselbe Anordnung ist mit geringfügigen Abänderungen beinahe gleichzeitig von den belgischen Ingenieuren Hansay und Lefebvre (Rev. univ. 1858). angegeben worden.

Christie und Cullen (Lond. Journ. 1855) setzen die Rückenfläche des Schiebers mit der Atmosphäre in Verbindung und machen den von der atmosphärischen Luft getroffenen Schieberquerschnitt so groß, daß der Luftdruck dem Drucke des Dampfes gegen die innere Schieberfläche das Gleichgewicht hält. Zur Erzielung des dampfdichten Abschlusses ist ein komplizirter Stopfbüchsenapparat nothwendig.

Der Entlastungsschieber von Cuvelier (Gén. ind. 1857), in Fig. 105 abgebildet, ist ein Kanalschieber. Der Kanal S ist unten um den Schieberhub verlängert, und der dadurch gebildete Raum F' mit der Dampfleitung F in Verbindung gesetzt. Der aus der Dampfleitung F austretende Dampf verbreitet sich in dem vom Mantel P umschlossenen Raume S, und zwar hält sich wegen der Verlängerung F' bei jeder Schieberstellung ein Theil des frischen Dampfes in demselben auf. Der Stelle gegenüber, wo sich die am Schieberkasten vermittelst der Muttern U festgeschraubte Platte T befindet, liegt auf dem Rücken des Schiebers eine Stahlplatte, welche mit den in einem Rahmen aufgelagerten Friktionsröllchen L in beständiger Berührung ist.

Diese Röllchen zur Verminderung der Schieberreibung, schon früher u. A. von Hick (Lond. Journ. 1844) vorgeschlagen, sind leider nicht dauerhaft und können bei einem vorkommenden Bruche wesentliche Störungen hervorrufen.

Zur Verminderung der Abnutzung sollen nach Allan und Hunt (Prakt. Mech. Journ. 1857) in die Reibungsflächen der Schieber Nuthen eingeschnitten und mit Glas ausgefüttert werden.

Kreisschieber. Die Konstruktion eines Kreisschiebers, wie dieselbe von Cail und Derosne (Challamel, l'Exposit. II) angegeben und ausgeführt worden ist, zeigen Fig. 106 und 107, erstere im Vertikaldurchschnitt, letztere im Horizontaldurchschnitt nach der Linie AB (Fig. 106). Die Scheibe a über dem Kreisschieber b kann auf demselben vermittelst eines Getriebes g an der Spindel J in horizontaler Richtung gedreht werden. Die Oeffnung k im Schieber führt den

Dampf nach dem Abzugsrohr, die Oeffnung i nach dem Zylinder. d ist der Schieberspiegel, e die Schieberkammer. Die Oeffnungen nn in der Scheibe a dienen zur Einführung des Dampfes, welcher durch das Rohr o in die Schieberkammer gelangt, und korrespondiren genau mit gleichen Oeffnungen im Schieberspiegel d. Daher können mit diesen beiden Oeffnungssystemen die ebenso großen Oeffnungen im Schieber selbst korrespondiren, und zwar strömt der Dampf so lange nach dem Zylinder, als die Oeffnung im Schieber zwischen den genau über einander stehenden Oeffnungen im Schieberspiegel und in der Scheibe hindurchgeht; in diesem Falle wird der Expansionsgrad am kleinsten. Sobald aber die beiden Oeffnungen im Schieberspiegel und in der Scheibe nicht genau über einander stehen, so gestattet auch die Oeffnung im Schieber nur während einer kürzeren Zeit dem Dampfe den Durchweg, und die Expansion beginnt daher früher. Die Veränderung des Expansionsgrades wird dadurch bewirkt, daß man die Axe J dreht, wodurch das Getriebe g zum Eingriff in den Zahnsektor an der Scheibe a kommt, und die letztere um einen entsprechenden Bogen gedreht wird.

Ein von Stenson angegebener Kreisschieber ist beschrieben im Rep. of Pat. Inv. 1855, ein anderer von Wilson im Prakt. Mech. Journ. 1854, und der letztere in seiner Anwendung auf Dampfhämmer ebendas. 1855.

Expansion durch ein Ventil. Die Expansionsvorrichtung von Meyer (Bull. de la soc. de Mulh. 1844) ist so eingerichtet, daß das Dampfventil a (Fig. 111 auf Taf. 53) während eines gewissen Theils des Kolbenwegs offen, während des zweiten Theils desselben aber geschlossen gehalten wird, so daß der Eintritt des Dampfes in die Schieberkammer von der Stellung dieses Ventils abhängig gemacht wird. Die Verbindung desselben mit dem Zentrifugalregulator wird auf folgende Weise bewerkstelligt. Die Hülse des Regulators ist durch zwei Stangen l mit der zylindrischen oder konischen Büchse m verbunden, welche auf die Welle b′ lose aufgesteckt, aber durch Nuth und Feder zur gemeinschaftlichen Umdrehung mit derselben genöthigt ist. An dieser Büchse befinden sich zwei schraubenförmig gewundene Wulste, welche jedes Mal beim Beginn des Kolbenhubs den Ring d nach außen drücken und dadurch das durch eine Stange und ein Gelenk t mit ihm verbundene Dampfventil a öffnen, während eine in der Büchse

f befindliche Feder das Dampfventil sofort wieder schließt, wenn der Wulst über den Ring d hinaus gegangen ist. Die Wulste sind oben breiter, als unten; je höher daher die Büchse m und die Regulatorhülse, mit der dieselbe verbunden ist, stehen, desto kürzere Zeit bleiben die Wulste mit dem Ringe d in Berührung, desto früher also beginnt die Expansion, während umgekehrt bei tiefem Stande der Hülse der Ring d mit einer breiteren Stelle der Wulste in Berührung kommt, das Dampfventil also längere Zeit offen erhalten wird. Die Wirkung der Regulatorkugeln kann noch durch ein Gewicht q unterstützt werden, welches an dem Arme v′ v eines zweiarmigen Hebels v v′ v″ aufgehängt ist. Auf dem Arme v″ v′ dieses Hebels ruht vermittelst einer Friktionswalze s die Stange p, welche vermittelst eines Bügels o und eines Bundrings n die bewegliche Büchse m trägt. Hirn (Bull. de la soc. de Mulh. 1856) führt diese Steuerung so aus, daß die Verstellung des Expansionsgrades, unabhängig vom Regulator, während des Ganges von Hand bewirkt werden kann.

Ortlieb (Scient. Americ. 1852) regulirt die Zeit, während welcher der frische Dampf durch das Dampfventil in die Schieberkammer treten kann, durch den sog. Expansionszylinder (Fig 108), einen Zylinder, an dessen Umfläche zwei Rippen a a vorspringen, welche auf der einen Seite durch eine zur Axe parallele Kante 1 begrenzt sind, während die gegenüberliegende Kante 2 einen Winkel mit der Axe einschließt. Der Expansionszylinder dreht sich mit der Steuerwelle A, welche mit der Hauptwelle gleiche Winkelgeschwindigkeit hat, in der Richtung des Pfeils. Sobald nun die Kante 1 gegen die am Ende des Steuerhebels D D′ angebrachte schmale Laufrolle trifft, wird der Arm D des Steuerhebels niedergedrückt, und der Arm D′ desselben, sowie die mit diesem verbundene Ventilstange E gehoben. In dieser Stellung, bei welcher dem Dampf der Zutritt eröffnet ist, bleiben die Theile so lange, als die Rippen a mit der Laufrolle in Berührung sind. So bald aber die Kante 2 an der Laufrolle vorüber gegangen ist, hebt sich der Arm D des Steuerhebels wieder, die Ventilstange geht nieder, und der Dampfzutritt wird abgesperrt. Da nun der Expansionszylinder auf der Welle A verschiebbar ist, so kann nach Bedarf bald eine breitere, bald eine schmälere Stelle der Rippe a mit der schmalen Laufrolle in Berührung gebracht, und daher der Expansionsgrad bald vermindert, bald vermehrt werden. Der Erfinder gibt eine Verbindung

dieser Expansionsvorrichtung mit dem Zentrifugalregulator an, durch welche der Expansionsgrad zwischen $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{2}$ abgeändert werden kann.

Cornwaller Maschinen. Die Steuerung einer doppeltwirkenden Cornwaller Maschine zeigen Fig. 109 und 110 in zwei rechtwinklig gegen einander stehenden Ansichten. Der frische Kesseldampf strömt, nachdem er durch den Zylindermantel hindurchgegangen ist, durch das Rohr s' in die die Stelle der Dampfkammer vertretende hohle Säule s. Die einströmende Menge wird durch ein Dampfeinlaßventil h regulirt, welches vermittelst einer Stange h' von außen nach Bedarf gestellt wird. Zur Vertheilung des Dampfes dienen vier doppelsitzige Ventile, zwei Einströmungsventile a und a' und zwei Austrittsventile b und b'. Die Verbindung der Einströmungsventile mit dem Kessel wird durch die Dampfsäule s und die der Austrittsventile mit dem Kondensator durch die Dampfsäule e und das Austrittsrohr E bewirkt. Zwischen den oberen Ventilen a und b' liegt ein dampfdicht abgeschlossener Raum d, welcher zugleich die Einmündung für den oberen Dampfweg D bildet. Ebenso mündet ein gleicher Raum d' zwischen den unteren Ventilen a' und b in den unteren Dampfweg D'. Beide Räume sind immer nach der einen oder anderen Seite hin geöffnet. Ist a offen und b' geschlossen, so strömt der frische Kesseldampf durch das Ventil a und den Raum d nach der oberen Kolbenfläche, während er zugleich von dem Austrittsrohr durch das geschlossene Ventil b' abgesperrt ist. Ist dagegen a geschlossen und b' offen, so strömt der über dem Kolben vorhandene Dampf, der beim vorigen Spiele wirksam war, durch den Raum d, das Ventil b', die Dampfsäule e und das Austrittsrohr E in den Kondensator. Eine gleiche Wirkung bringen die Ventile a' und b in Beziehung auf den unteren Dampfweg hervor.

Die Bewegung der Ventile wird mit Hülfe der Axen 1, 2, 3, 4 hervorgebracht. Die Axe 1, welche das Spiel des Ventils a regulirt, trägt drei kleine nach verschiedenen Richtungen auslaufende Arme. Der erste derselben steht durch das Zugstangensystem m p r mit dem Ventil in Verbindung, der zweite trägt ein Gegengewicht o, das durch sein Niederfallen das Ventil öffnet, und der dritte läuft in eine Tatze k aus, welche von unten ergriffen das Gegengewicht wieder hebt und das Ventil dadurch schließt. Außerdem trägt die Axe noch einen kleinen Sektor. Bei gehobenem Gegengewicht wird der Sektor

durch die Falle u oben festgehalten, so daß das Gegengewicht nicht niederfallen kann; wird aber diese Falle etwas gehoben, so wird der Sektor frei, das Gegengewicht fällt nieder, und das Ventil wird geöffnet. Durch die Hebung der Tatze k wird der Sektor wieder in die Falle eingelegt, das Gegengewicht gehoben und das Ventil geschlossen. Dieselbe Einrichtung hat auch die Axe 4, welche das Spiel des Ventils a' regulirt. Auch sie hat drei Arme: einen, welcher durch die Stange m' mit dem Ventil in Verbindung steht, einen zweiten mit einem Gegengewicht, das durch seinen Fall das Ventil öffnet, und endlich wieder einen dritten mit der Tatze k', welche von unten nach oben in Bewegung gesetzt das Gegenwicht wieder hebt, den zugehörigen Sektor in die Falle u' einklinkt und dadurch das Ventil schließt.

Die Axen 2 und 3 reguliren das Spiel der Austrittsventile b' und b und sind zu diesem Zwecke mit vier Armen versehen. Der erste Arm der Axe 2 steht durch die Stange n' mit dem Ventil b' in Verbindung, der zweite (in der Zeichnung nicht sichtbar) trägt ein Gegengewicht, welches im Niederfallen das Ventil öffnet, der dritte ist der Griffhebel P', welcher zur Hebung des Gegengewichts dient, und der vierte c' endlich trägt eine vertikale Stange, welche sich auf die untere Falle u' auflegt. Diese Stange übt, wenn das Gegengewicht der Axe 2 niederfällt und das obere Austrittsventil öffnet, einen Druck auf die Falle u' aus und bewirkt dadurch, daß sich auch gleichzeitig das untere Eintrittsventil öffnet. Außerdem befindet sich auch wieder ein Sektor auf der Axe 2. Die Arme der Axe 3 sind folgendermaßen angeordnet: Der erste steht durch die Stange n mit dem Ventile b in Verbindung, der zweite trägt ein Gegengewicht o^2 zum Oeffnen des Ventils, der dritte, der Griffhebel P, hebt das Gegengewicht und schließt dadurch das Ventil, und der vierte trägt wieder eine in einer Leitung gehende vertikale Stange, welche sich bis zur Berührung mit der oberen Falle u erhebt. Diese letztere hebt, wenn das Gegengewicht der Axe 3 sich auslöst und das untere Austrittsventil öffnet, die Falle u und löst dadurch das Gegengewicht der Axe 1 aus, wodurch zugleich das obere Eintrittsventil geöffnet wird. Auch diese Axe trägt einen Sektor.

Die beiden Sektoren der Axen 2 und 3 haben die Bestimmung, durch Einklinkung in einander die Wirkung des einen Gegengewichts

aufzuheben. Fällt z. B. das Gegengewicht der Axe 3 nieder, so dreht sich diese letztere und ihr Sektor legt sich unter den Sektor der Axe 2, so daß diese, obschon ihr Gegengewicht gehoben ist, sich nicht drehen kann. Drückt man aber hierauf den Griffhebel um einen gewissen Betrag nieder und dreht dadurch die Axe 3 zurück, so wird die Axe 2 wieder frei und öffnet durch das Niederfallen ihres Gegengewichts das obere Austrittsventil. Dabei wird zugleich der Sektor der Axe 3 von dem der Axe 2 gefaßt und festgehalten, so daß das Gegengewicht dieser Axe wieder nicht eher niederfallen und das untere Austrittsventil öffnen kann, als bis der Griffhebel P' gehoben wird.

Denkt man sich nun die Maschine in Ruhe und alle Ventile geschlossen, dann aber den Griffhebel P' durch den Wärter so weit gehoben, daß der Sektor der Axe 3 unter den der Axe 2 greift, so fällt das Gegengewicht der Axe 3 nieder und öffnet das untere Austrittsventil; gleichzeitig aber hebt der kleine Hebel c vermittelst seiner vertikalen Stange die Falle u aus, das Gegengewicht o fällt nieder, und es öffnet sich auch das obere Eintrittsventil. Der Kolben beginnt seinen Niedergang und nimmt in seiner Bewegung die Steuerstange T mit. Nachdem diese einen gewissen Theil ihres Wegs zurückgelegt hat, trifft die Knagge t gegen die gehobene Tatze k und drückt sie nieder. Dabei wird das Gegengewicht gehoben und bis zum Ende des Kolbenhubs in gehobenem Zustande erhalten. Der Dampf wirkt jetzt durch Expansion.

Kurz vor Vollendung des Kolbenwegs drückt eine andere (in der Zeichnung nicht sichtbare) an der Steuerstange befestigte Knagge den Griffhebel P nieder und bewirkt dadurch den Verschluß des untern Austrittsventils. Dabei geht auch die Stange des kleinen Hebels c nieder, und die Falle u fällt in den Sektor der Axe 1 ein. In dieser Lage wird die Axe bis zur nächsten Umsteuerung festgehalten, und die Knagge t kann bei der Aufwärtsbewegung der Steuerstange T keinen Einfluß auf sie ausüben. Das Niederdrücken des Griffhebels P hat aber auch noch die Wirkung, daß das Gegengewicht der Axe 2 frei, das obere Austrittsventil also geöffnet wird. Durch die Drehung, welche hierbei der Axe 2 ertheilt wird, wird vermittelst des Hebels c' die Falle u' niedergedrückt, das Gegengewicht der Axe 4 ausgelöset und das untere Eintrittsventil geöffnet. Kolben und Steuerstange

beginnen ihren Rückweg. Sind sie bis dahin gestiegen, wo die Expansion ihren Anfang nehmen soll, so hebt die Knagge t' die Tatze k' und schließt dadurch das Eintrittsventil, das so lange geschlossen bleibt, bis eine (in der Zeichnung nicht sichtbare) Knagge den Griffhebel P' hebt und dadurch von neuem eine Umsteuerung bewirkt.

Die Gegengewichte o, o', o² sind, damit man ihren Einfluß nach Bedarf reguliren kann, an Hebeln verschiebbar, die um die Axen y, y', y² drehbar sind. Die Fallen u und u' sind schwer genug gemacht, um die Sektoren mit Sicherheit festzuhalten. Die Knaggen der Steuerstange endlich sind mittelst Preßschrauben befestigt, damit man ohne Mühe den Expansionsgrad abändern kann.

Gewöhnlicher noch, als die doppeltwirkenden, sind die einfachwirkenden Cornwaller Maschinen, zum Betriebe von Pumpwerken. Die einfachste Anordnung derselben besteht darin, daß man den Zylinder unmittelbar über den Schacht stellt und das Gestänge in die Fortsetzung der Dampfkolbenstange legt; in diesem Falle treibt der Dampf den Kolben nach oben, während das Gewicht des Pumpengestänges, durch ein Gegengewicht gehörig regulirt, ihn wieder nach unten zieht. In manchen Fällen jedoch, namentlich wenn der Erdboden in der Umgebung der Schachtmündung keinen sicheren Grund liefert, ist man gezwungen, die Dampfkolbenstange mit dem Pumpengestänge durch einen Balancier zu verbinden. Dann wird der Kolben durch den Dampf nach unten und durch das Gestänge nach oben getrieben.

Die Umsteuerung erfolgt hierbei wieder durch einen Hebelmechanismus, der im Wesentlichen eine vereinfachte Modifikation der eben beschriebenen Hebelsteuerung für doppeltwirkende Maschinen ist und folgende Aufgabe zu erfüllen hat: Wenn der Kolben in der Richtung nach unten (unter Voraussetzung einer Balanciermaschine) einen gewissen Theil seines Wegs zurückgelegt hat, so muß das Zutrittsventil sich schließen, während das Austrittsventil durch die volle Hubhöhe offen bleibt und den unteren Zylinderraum in Verbindung mit dem Kondensator erhält. Hat der Kolben beinahe das Ende seines Wegs erreicht, so schließt sich das Austrittsventil, und es öffnet sich das sog. Gleichgewichtsventil, ein Ventil, durch welches ein Theil des über der Kolbenfläche befindlichen Dampfes in den Raum unter dem Kolben übergeführt wird. Dadurch stellt sich Gleichgewicht zwischen den Dampfdrücken auf beiden Seiten des Kolbens her, und da der

Balancier an der Schachtseite stärker als an der Zylinderseite belastet ist, so kann nun das Gestänge hinunter, und der Kolben hinaufgehen. Zur Regulirung des Gestängniederganges bedient sich Birkinbine (Civ. Eng. 1854) eines Hülfsventils, welches er mit dem Gleichgewichtsventil in Verbindung bringt.

Eine solche Ventilsteuerung, wie sie in neuerer Zeit von Reuleaux (Schweiz. Pol. Ztschr. 1856) vorgeschlagen worden ist, zeigt Fig. 112 auf Tafel 53. Der Dampf kommt hier durch das Rohr A vom Kessel her; das Regulirventil führt ihn in den Ventilkasten B des Einlaßventils; dieses leitet ihn nach unten in den Kanal C, der über den Kolben führt, und zugleich in das Gehäuse C_1 des Gleichgewichtsventils. Dieses läßt nach beendigtem Niedergange den Dampf durch den Kanal D unter den Kolben treten, und dabei wird zugleich das Gehäuse D_1 des Austrittsventils mit Dampf gefüllt. Endlich läßt, nachdem der Kolben wieder oben angekommen ist, das Austrittsventil den Dampf durch das Rohr E nach dem Kondensator abströmen. Diese Ventilanordnung zeichnet sich durch Einfachheit aus, welche besonders durch die eigenthümliche Konstruktion des Regulir- und des Gleichgewichtsventils erreicht ist.

Da die Last, welche eine Dampfmaschine zu überwinden hat, fast immer veränderlich ist, so muß man eine Vorrichtung anbringen, welche nach gewissen Zeitabschnitten, etwa nach jedem vollendeten Kolbenspiel oder Kolbenhub, die Maschine in Stillstand versetzt und die Zeitdauer eines solchen Stillstands von der Größe des Widerstands abhängig macht. Dergleichen Vorrichtungen heißen Katarakte (cataracte, cataract).

Fig. 113 stellt einen der beiden Katarakte dar, welche an der von der Société Cockerill in Seraing gebauten und im Jahre 1853 aufgestellten, direktwirkenden, zweizylindrigen Fahrkunstdampfmaschine auf dem Mariaschachte zu Przibram (v. Hauer in den „Erfahrungen im berg- und hüttm. Maschinen-, Bau- und Aufbereitungswesen, zusammengest. v. Rittinger, 1856) angewendet sind. C ist ein gußeiserner, beständig mit Wasser gefüllter Kasten, in welchem das ebenfalls gußeiserne Kolbenrohr U mittelst einer angegossenen Platte befestigt ist. In diesem Rohr bewegt sich, durch eine Stopfbüchse und einen Messingring abgedichtet, der messingene hohle Plungerkolben t, welcher an seinem geschlossenen Boden vermittelst Schraube und

Mutter b mit der Kolbenstange q verbunden ist. Am unteren Ende des Pumpenrohrs ist das Saugventil c, welches sich blos nach innen öffnet, angebracht; dasselbe ist ein einfaches Tellerventil und mit dem Führungsbolzen i versehen, der durch die Mitte des Ventilsitzes geht. Die Mutter e begrenzt die Hubhöhe des Ventils. Seitwärts ist an das Pumpenrohr das messingene Rohrstück g angeschraubt, in welchem sich der Hahn f befindet. Mit dem Hahne f ist der Hebel h verbunden, an dessen Ende die Stange k so angeschlossen ist, daß man durch Heben oder Senken derselben, was man vermittelst eines Handrädchens bewirkt, den Hahn f mehr oder weniger öffnet. Wenn der Pumpenkolben t nach aufwärts bewegt wird, so saugt er Wasser, sowohl durch den Hahn f, als durch das Ventil c; wird er aber abwärts bewegt, so drückt er das Wasser aus dem Pumpenrohr blos durch den Hahn f hinaus. Die Zeit, welche hierzu nöthig ist, und somit auch die Dauer des beabsichtigten Stillstandes der ganzen Maschine wird kleiner oder größer, je nachdem der Hahn mehr oder weniger geöffnet ist.

Auf zwei Ständern, welche am Rande des Kataraktkastens befestigt sind, ruht die Welle o des Katarakthebels j, an dessen rechtem Arme die Kolbenstange q durch einen Bolzen befestigt und das Gewicht l mittelst einer Tragstange aufgehängt ist. Mit dem linken Hebelarme ist die Kataraktstange s und die Kette m beweglich (durch Bolzen), und der Haken p durch zwei Schrauben, also unbeweglich, verbunden. Die Kettenscheibe n, an welcher die Kette m befestigt ist, dreht sich um die Welle r und trägt an ihrem Umfang eine Knagge u. In gemeinschaftlicher Ebene mit ihr ist an dem Kataraktkasten die Feder y befestigt, welche bei z wulstförmig und am oberen Ende hakenförmig ausgeschmiedet ist und durch eine zweite Feder v nach außen gedrückt wird. Die Welle r steht durch eine Gelenkverbindung x mit der Steuerstange in Verbindung, und zwar so, daß die Welle mit ihrer Scheibe n beim Aufgange der Steuerstange nach rechts und beim Niedergange nach links gedreht wird. Das freihängende Gewicht l sucht den Hebel j um seine Axe zu drehen; dies kann aber so lange nicht erfolgen, als der Haken p an dem Haken der Feder y festgehängt ist. Der Haken p wird erst dann gelöst, wenn die Steuerstange bei ihrem Niedergange die Kettenscheibe n dreht, die Knagge u mit dem Wulste z in Berührung bringt und die Feder y zurückdrückt.

Die Theile sind so gestellt, daß die Lösung bei dem einen Katarakte kurz vor Beendigung des einen Hubs und bei dem anderen vor Beendigung des nächsten Hubs der Fahrkunstgestänge geschieht.

Beim höchsten Stande der Steuerstange sind beide Eintrittsventile geschlossen; der Kolben des linken Zylinders hat seine höchste, der des rechten seine tiefste Stellung. Jetzt ist der rechte Katarakt in Thätigkeit; der Hebel j desselben wird durch die Wirkung des Gewichts l um seine Axe gedreht, und der linke Arm desselben drückt daher die Kataraktstange s nach oben. Erst nachdem der Pumpenkolben das Wasser durch den Hahn ausgepreßt, und die Kataraktstange unterdessen eine gewisse Höhe erreicht hat, bewirkt diese letztere die Eröffnung des rechten Eintrittsventils, den Aufgang des rechten Kolbens und den Niedergang der Steuerstange, während gleichzeitig der linke Kolben durch das Gewicht seines Gestänges niedergezogen wird. Durch den Niedergang der Steuerstange wird die Kette m des rechten Kataraktes auf die Scheibe n aufgerollt, wodurch der linke Arm des Hebels j mit der Kataraktstange s herabgezogen und der Haken p unter den Haken der Feder y eingehängt wird. Zugleich saugt der Pumpenkolben t Wasser und bereitet dadurch die Kataraktpumpe zu neuer Wirksamkeit vor. Während dieser Bewegung ist der linke Katarakt unthätig; erst gegen Ende des Kolbenhubs wird die Kettenscheibe gedreht, der Haken ausgelöst und das Gewicht frei gemacht. Von nun an beginnt der linke Katarakt das Wasser auszupressen, und bewirkt dadurch einen neuen Stillstand der Maschine.

Da bei dieser Anordnung die Bewegung des Katarakthebels erst kurz vor Beendigung des Kolbenhubs beginnt, so hängt die Dauer der Pause, welche im vorliegenden Fall den Zweck hat, der fahrenden Mannschaft zum Uebertreten von einem Gestänge auf das andere die erforderliche Zeit zu lassen, lediglich von der Oeffnung des Hahnes in der Kataraktpumpe ab, ist aber unabhängig von der Dauer des Kolbenhubs selbst, während, wenn die Bewegung des Kataraktes gleich am Anfange des Hubs beginnt, die Pause um so kürzer ausfällt, je länger der Hub dauert, und umgekehrt.

Bisweilen verbindet man auch zwei Katarakte in der Weise, daß der eine zum Oeffnen des Dampfventils und der andere zum Oeffnen des Gleichgewichtsventils dient.

Ein sehr einfacher Katarakt, bei welchem das Saugventil selbst zum Auspressen des Wassers benutzt wird, ist im Atl. univ. 1857 abgebildet. Hier ruht die Stange des Saugventils auf einem Hebel, vermittelst dessen es nach Bedarf mehr oder weniger hoch über seinen Sitz gestellt, und sein Ausgangsquerschnitt größer oder kleiner gemacht werden kann.

Woolf'sche Maschinen. Bei den zweizylindrigen Maschinen, welche nach ihrem Erfinder Woolf'sche genannt werden, ist der Dampf zuerst mit seiner vollen Spannung in einem kleineren Zylinder thätig und geht dann, nachdem er in diesem sich gar nicht oder nur in geringem Grade expandirt hat, in einen größeren über, in welchem er durch Expansion arbeitet. Die Bewegungen beider Kolbenstangen werden auf eine gemeinschaftliche Welle übertragen. Gewöhnlich sind diese Maschinen mit einem Balancier versehen, und zwar steht der kleine Zylinder zwischen dem großen und dem Balanciermittel unter dem Balancier, so daß sein Kolbenhub kleiner wird, als der des großen Zylinders. M'Naught (Technolog. 1847; Pract. Mech. Journ. 1848) stellt, um die Dimensionen des Balanciers verkleinern zu können, die beiden Zylinder auf die entgegengesetzten Seiten desselben, gibt aber auch wieder ihren Kolben verschiedene Hubhöhen.

Die Steuerung dieser Maschinen wird theils durch Schieber, theils durch Ventile bewirkt. Eine sehr gewöhnliche Anordnung besteht darin, daß die Dampfwege des kleinen Zylinders, der durch einen Schieber gesteuert wird, in zwei Ventilkammern einmünden, von denen die eine oberhalb und die andere unterhalb des großen Zylinders liegt. Jede Kammer enthält in getrennten Räumen zwei Ventile, ein Eintritts- und ein Austrittsventil, von denen je zwei eine gemeinschaftliche Bewegung haben. Beim Niedergang des Kolbens sind das obere Eintritts- und das untere Austrittsventil, beim Aufgang das untere Eintritts- und das obere Austrittsventil geöffnet. Bei der zweizylindrigen Maschine von Farcot, die in Ourscamp aufgestellt ist (Publ. ind. t. 10) ist der Schieber des kleinen Zylinders ein Kanalschieber, durch dessen Kanal der Dampf nach zwei von einander getrennten Dampfwegen gelangen kann. Die Ventilsteuerung des großen Zylinders wird auch häufig durch Schiebersteuerung ersetzt.

Nillus und Alexandre (Publ. ind. t. 7) bewirken die Steuerung durch einen einzigen Schieber. Derselbe ist ein Kanalschieber und läßt

bei seiner geringen äußeren Deckung den Dampf zu seinen beiden Seiten in die Dampfwege des kleinen Zylinders eintreten; der Kanal leitet ihn aus dem kleinen Zylinder in den großen, und der innere Raum des Kanalschiebers aus dem großen Zylinder in den Kondensator. Die Expansion im kleinen Zylinder kann hier nur durch Deckung hervorgebracht werden. Gebr. Mazeline (Publ. ind. t. 7) wenden ebenfalls nur einen Schieber an. Derselbe liegt zwischen den beiden Zylindern und besteht aus einer auf beiden Seiten gehobelten Platte mit zwei quer durchgehenden Kanälen für den Eintritt des Dampfes und einer Höhlung für den Austritt desselben auf der Seite des großen Zylinders. Die Dampfwege der beiden Zylinder haben eine solche Lage, daß, wenn der frische Dampf durch den einen Querkanal in den kleinen Zylinder und der expandirende Dampf durch den anderen Querkanal aus dem kleinen in den großen Zylinder tritt, der abgenutzte Dampf durch die Aushöhlung nach dem Kondensator abströmt. Die zweizylindrige Maschine von Swift und Derham (Lond. Journ. 1857) hat zwar zwei Schieber, dieselben sind aber an eine gemeinschaftliche Stange angeschlossen. Sie haben doppelte, rechtwinklig oder parallel zu einander liegende Arbeitsflächen, welche wieder so angeordnet sind, daß sie den Zufluß und die Abströmung des Dampfes für die beiden Zylinder abwechselnd reguliren.

Eine Abänderung der Woolf'schen Maschine ist die von Sims, in ihrer neuesten Konstruktion im Pract. Mech. Journ. 1850 abgebildet. Bei dieser Maschine liegen die beiden Zylinder in einer gemeinschaftlichen Axe, und die beiden Kolben haben eine gemeinschaftliche Stange. Der frische Dampf schiebt den kleinen Kolben nach der einen Richtung, tritt nach vollendetem Hube hinter den großen Kolben und bewegt diesen durch seine Expansionswirkung nach der entgegengesetzten Richtung. Beim Hingang besteht die Gegenwirkung in dem Drucke, den die Spannung im Kondensator auf die große Kolbenfläche ausübt; beim Rückgange in dem Drucke, den der expandirende Dampf der kleinen Kolbenfläche entgegensetzt. Der Raum zwischen beiden Kolben steht mit dem Kondensator in Verbindung. Zur Steuerung dient ein gewöhnlicher Dförmiger Schieber.

Woolf'sche Maschinen mit über einander stehenden Zylindern und gemeinschaftlichen Kolbenstangen sind u. A. angegeben worden von Cole (Mech. Mag. 1848) und Lloyd (Prakt. Mech. Journ. 1851), mit

getrennten Kolbenstangen von Scribe (Gén. ind. 1856). Eine liegende Woolf'sche Maschine aus der Fabrik von Hambruch, Vollbaum und Komp. in Elbing ist abgebildet und beschrieben im Polyt. Journ. 1858. Gilman (Lond. Journ. 1838) stellt die beiden Zylinder in einander; der Kolben des großen muß also ringförmig werden.

Oszillirende Maschinen. Diese Maschinen sind einfach und kompendiös, insofern als durch die Schwingungen, die dem Zylinder ertheilt werden, die Kurbelstange entbehrlich wird. Sie sind also vorzüglich da anzuwenden, wo es auf Raumersparniß wesentlich ankommt, wie auf Dampfbooten oder zum Betriebe einzelner Arbeitsmaschinen, mit denen sie direkt verbunden sind, wie Eisenhämmer, Scheren u. s. w. Auf der anderen Seite haben sie auch mehr oder minder erhebliche Nachtheile: die Dampfvertheilung ist komplizirt und muß sehr sorgfältig ausgeführt sein, wenn nicht Dampfverluste entstehen sollen; die Schwingungsaxen verursachen bedeutende Reibung, besonders wenn der Dampf durch dieselben eingeführt wird; die Lager der Schwingungsaxen nutzen sich rasch ab, und endlich ist auch damit ein Arbeitsverlust verbunden, daß die Trägheit der Zylindermasse mit jedem Hube überwunden werden muß.

Eine sehr einfache Maschine dieser Art, die Scholl in seinem „Führer ꝛc., 4. Aufl.," beschreibt, ist in Fig. 114 und 115 dargestellt. A ist der Dampfzylinder, an welchen zwei hohle Zapfen BB angegossen sind. Durch die Stopfbüchse C geht die Kolbenstange D direkt nach dem Krummzapfen E, dessen Warze sie mit einem Kurbelstangenkopf umfaßt. F ist die Kurbelwelle, G das Schwungrad. Das eine Lager H der Kurbelwelle ist auf dem Rahmen T festgeschraubt, welcher auch die Lager für die Zylinderzapfen B, B trägt. Die Rohre a und c treten, mittelst der Stopfbüchsen b und d gedichtet, in die hohlen Zapfen des Zylinders ein. Von dem Dampfrohr a führt ein Kanal in den Schieberkasten e, in welchem sich ein gewöhnlicher Muschelschieber n befindet. Der gebrauchte Dampf wird durch den Schieber hindurch nach c geleitet und entweicht von da in die freie Luft. Beim Gange der Maschine bewegt sich der Kolben im Zylinder hin und her; da aber der Kopf der Kolbenstange gezwungen ist, sich mit der Kurbelwarze im Kreise zu drehen, so muß der Zylinder um die Mittelpunkte der Zapfen BB schwingen. Diese Bewegung des Zylinders hängt also genau mit der Stellung des Kolbens zusammen, und man kann

sie daher dazu benutzen, dem Schieber seine Bewegung zu ertheilen. Dies wird durch die Gelenkverbindung ghikjm vermittelt. Die Schieberstange g tritt durch die Stopfbüchse f des Schieberkastens nach außen und wird von dem auf der Axe i sitzenden Hebel h gefaßt. Ein zweiter auf i befestigter Hebel k ist mit dem Lenker j verbunden, welcher bei m einen mit dem Rahmen T fest verbundenen Drehpunkt hat. Bei dem Auf- und Abschwingen der Axe i müssen deren Hebel h und k, durch den Lenker j gezwungen, eine um i schwingende Bewegung annehmen, und diese ist es, welche den Schieber auf seinem Spiegel hin und her rückt. Die Dimensionen der Theile und die Lage der Punkte m und i sind so gewählt, daß der Schieber rechtzeitig die Dampfwege öffnet und verdeckt. Ein Voreilen des Schiebers ist indeß bei dieser Steuerungsart nicht zu erreichen. Versieht man dagegen die Maschine mit einem Exzentrik, so läßt sich das Voreilen sehr gut anbringen.

Faivre (Publ. ind. t. 1) gibt eine oszillirende Maschine an, bei welcher die Steuerung ohne Schieber bewirkt wird. Der Zylinder schwingt an seinem unteren Ende um einen Kugelzapfen, der in eine kugelförmige Pfanne genau paßt. Die Kugel ist mit zwei bis in das Innere des Zylinders gehenden Oeffnungen durchbohrt, und zwei eben solche Durchbohrungen sind in der Pfanne angebracht und mit den Dampfwegen des Zylinders so verbunden, daß beim Schwingen desselben die Oeffnungen der Kugel und der Pfanne abwechselnd zusammentreffen und so die Dampfvertheilung bewirken. Mit seitlicher Dampfeinströmung, übrigens aber auf demselben Prinzip beruhend, sind die Maschinen von Lindner und Hoppe (Berl. Ausst. 1844) und von Tousley und Read (Paris. Ausst. 1855) eingerichtet.

In den Jahren 1842 und 1843 tauchte eine Modifikation der oszillirenden Maschinen auf, bei welcher der Zylinder feststeht und nur die Kolbenstange oszillirt. Dies wird dadurch bewirkt, daß man die Stopfbüchse, durch welche die Kolbenstange hindurchgeht, in seitlicher Richtung beweglich macht (Mech. Mag. 1843, Civ. Eng. 1845, Brevets 1845). Neuerlich beschreibt Young eine solche Maschine im Civ. Eng. 1856.

Trunk engines. Den Zweck der Raumersparniß sucht man auch durch die Maschinen mit hohlen Kolbenstangen (trunk engines) zu erreichen. Eine solche Maschine ist in Fig. 116 im Durchschnitt

dargestellt. An dem Kolben ist die hohle Kolbenstange (trunk) befestigt, deren Flächeninhalt ungefähr dem halben Querschnitt des Zylinders gleich ist; in dieser befindet sich die Kurbelstange, welche durch den Krummzapfen die Bewegung auf die Schwungradwelle überträgt. Der Dampf tritt durch das Dampfrohr und die Drosselklappe in den Schieberkasten und wird von hier aus vermittelst des Schiebers abwechselnd durch den Kanal am Boden des Zylinders und durch den Kanal, der die Verbindung mit der oberen Kolbenfläche vermittelt, in den Zylinder eingeführt. Gleichzeitig findet ein entsprechender Dampfabfluß durch den dritten Kanal Statt. Der Einfachheit wegen stellen wir uns die Maschine zunächst ohne Expansionswirkung vor. Beim tiefsten Kolbenstande beginnt der Schieber sich zu heben und läßt durch den Kanal unter den Kolben frischen Dampf einströmen. Da hierbei auch der zweite Kanal offen ist, so wird zugleich der obere Theil des Zylinders mit Dampf gefüllt, und der Kolben wird wegen der Querschnittsdifferenz seiner beiden Flächen aufwärts bewegt. Dabei wird der oberhalb befindliche Dampf in den Schieberkasten zurückgedrückt und also auch zur Wirksamkeit unter dem Kolben gebracht. Beim höchsten Kolbenstande ist der Schieber so weit niedergegangen, daß der untere Kanal mit dem Austrittsrohre in Kommunikation tritt. Von jetzt an wirkt der Dampf nur noch auf die obere ringförmige Fläche des Kolbens und treibt, da die untere volle Fläche mit der Atmosphäre oder dem Kondensator in Verbindung steht, den Kolben nach unten. Damit die Kraft beim Niedergang ebenso groß werde, als beim Aufgang, muß

$$\pi (d^2 - d_1^2)\, p - \pi d^2 q = \pi d^2 p - \pi (d^2 - d_1^2)\, p \text{ oder}$$

$$d_1 = d \sqrt{\frac{p - q}{2p}}$$

sein, wenn d den Durchmesser des Kolbens, d_1 den der Kolbenstange, p die Dampfspannung und q den Gegendruck bezeichnet.

Bei Maschinen mit Expansion gibt man entweder dem Schieber eine größere Deckung und größeres Voreilen, oder man führt der oberen Kolbenfläche den Dampf durch eine besondere Kammer zu, in welcher ein Expansionsschieber liegt. Es ist einleuchtend, daß in diesem Falle von der Gleichförmigkeit des Dampfdrucks bei der Bewegung nach den beiden Richtungen abgesehen werden muß. Zeichnung und Beschreibung einer von Bramwell konstruirten Expansionsmaschine dieser

Art findet sich im Mech. Mag. 1855. Eine Verbindung von zwei mit Expansion wirkenden Trunkmaschinen, die durch rechtwinklig gegen einander verstellte Kurbeln eine gemeinschaftliche Welle treiben, beschreibt Humphrey im Rep. of Pat. Inv. 1856.

Rotirende Dampfmaschinen. Der Umstand, daß die hin und her gehende Bewegung des Kolbens mit wenigen Ausnahmen immer in eine rotirende Bewegung einer Welle umgesetzt werden muß, und daß sich in Folge hiervon eine große Anzahl Zwischentheile nothwendig machen, erklärt das so wiederholt rege gewordene Bestreben, eine rotirende Bewegung durch den Dampf unmittelbar zu erhalten. Es ist nun auch nicht zu läugnen, daß die Maschinen dadurch wesentlich an Einfachheit gewinnen und auf einen verhältnißmäßig sehr geringen Raum zusammengedrängt werden; aber bisher ist es noch nicht gelungen, ein in allen Stücken tüchtiges Maschinensystem auf dieses Prinzip zu gründen. Meistentheils nutzen sich die Theile rasch ab und geben vielfach Veranlassung zu Dampfverlusten.

Avery's Maschine (Mech. Mag. 1836) ist nach Art des Segnerschen Wasserrades konstruirt. Der Dampf wird in eine hohle Welle geleitet, die mit zwei rechtwinklig abgezweigten Seitenröhren drehbar in einem verschlossenen Behälter angebracht ist. An den Seitenröhren befinden sich Oeffnungen, durch welche der Dampf ausströmt, wobei er auf die Rückwand eine Reaktion ausübt und der Ausströmungsrichtung entgegengesetzt das Rad umdreht. Auf dasselbe Prinzip sind die Maschinen von Perkins (Rep. of Pat. Inv. 1837), von Gilman nach Art der Fourneyron'schen Turbinen (Lond. Journ. 1838), von Paltrineri mit mehreren in einander gestellten Rädern (Compt. rend. 1844), von Isoard und Mercier, welche die Verdampfung des Wassers im Rade selbst bewirken (Bull. de la soc. d'enc. 1846), von Castelin-Guérin (Mon. ind. 1847) und von Carter (Civ. Eng. 1853) durch Vermittelung von Wasser, gegründet. Auch Lepeyre (Compt. rend. 1849) will durch diese Dampfturbinen eine beträchtliche Vermehrung der Nutzleistung des Dampfes erzielen. M'Kechnie und Nasmyth (Prakt. Mech. Journ. 1848), die ebenfalls dergleichen Maschinen ausgeführt haben, benutzen sie zum direkten Betriebe von Ventilatoren und Kreissägen. Dundonald und Cochrane (Galy-Cazalat, Mém. théor. et prat. sur les mach. à vap. 1837) befestigen, wie Fig. 117 zeigt, einen sich drehenden Flügel oder Kolben A an der Kolbenstange

B, welche die ihr mitgetheilte rotirende Bewegung weiter fortpflanzt. A und B drehen sich dampfdicht in einem Zylinder C. Die beiden Zylinderoberflächen D und G, welche durch die Querstücke NN an einander festgehalten werden, schließen einen hohlen Raum ab, durch welchen der Dampf, nachdem er gewirkt hat, seinen Abzug nehmen kann. Die äußere Zylinderoberfläche D ist mit dem Zylinder C in Berührung und bildet mit ihm einen sichelförmigen Raum S, in welchem sich der Hohlzylinder so dreht, daß er den Zylinder C immer in einer und derselben Linie bei XX berührt. Der Flügel A durchläuft den ganzen Raum des größeren Zylinders und gleitet dabei durch die Oeffnung zwischen den beiden Halbzylindern EF, welche dampfdicht sowohl an ihn, als an die Seiten des Hohlzylinders anschließen und in den letzteren sich drehen können. Der Dampf tritt durch die Oeffnung Y in das Innere von GG, geht durch einen Längenausschnitt in der Richtung des Pfeils nach dem sichelförmigen Raume S, drückt hier einseitig auf den Flügel A bei T und treibt denselben vorwärts, während der auf der anderen Seite bei M befindliche Dampf sich in der Richtung der Pfeile nach dem Hohlzylinderraume und von diesem durch K nach dem Kondensator bewegt. An der Berührungslinie XX steht also auf der einen Seite der frische Dampf und auf der anderen der luftverdünnte Raum. Da die Flügelfläche, gegen welche der Dampf drückt, an verschiedenen Stellen verschiedene Größe hat, so muß man zwei solcher Flügel mit gemeinschaftlicher Achse anwenden und dieselben so stellen, daß der eine das Maximum seiner Wirkung ausübt, wenn der andere an der Berührungslinie steht, wo seine Wirkung Null ist. Ueber die praktische Brauchbarkeit dieser Maschine enthält der Civ. Eng. 1846 einen günstigen Bericht. Nach gleichem Prinzip sind die Maschinen von Hackworth (Rep. of Pat. Inv. 1837), von Borrie (Mech. Mag. 1844), von Hick (Lond. Journ. 1844), von Westmacott mit vier Flügeln (Lond. Journ. 1847), von Faulcon (Mon. ind. 1847), von Maudslay (Civ. Eng. 1852), von Kossovitch (Lond. Journ. 1852), von Jones und Shirreff (Prakt. Mech. Journ. 1856) u. A. konstruirt.

Ferner hat man die rotirenden Dampfmaschinen auch in der Weise ausgeführt, daß man den Zylinder elliptisch ausbohrte. Der in demselben sich drehende massive, an zwei diametral gegenüber liegenden Stellen dampfdicht abschließende Kolben ist auf einer Welle befestigt,

deren Mittelpunkt in der kürzeren Achse der Ellipse, aber exzentrisch liegt. Die Exzentrizität der Ellipse darf nicht zu groß sein, und die Drehungsaxe der Kolbenwelle, die zugleich Schwungradwelle ist, muß die kleine Axe der Ellipse ungefähr bei $\frac{1}{3}$ ihrer Länge schneiden. Der Kolben hat einen Schlitz, in welchem er sich während seiner Drehung radial verschieben kann. Auf eine solche Maschine nahm Galloway schon im Jahre 1834 in England ein Patent. Später ist sie wieder von Wright und Hyatt (Prakt. Mech. Journ. 1852) gebaut worden.

Die Einrichtung der sogenannten Scheibendampfmaschinen (disc engines), welche von der Patent Disc Engine Company zu Birmingham in der Stärke von 1—20 Pferdekräften gebaut werden, zeigt Fig. 118. Das Gehäuse abcd bildet im Innern bei ab und cd ringsum einen Theil einer Kugelfläche; die Seitenwände ad und bc sind die Mantelflächen zweier abgestumpfter Kegel. In der Mitte des Gehäuses liegt die Kugel k mit der daran befestigten Scheibe m. Die Kugel k ist von dem Kern des Gehäuses dampfdicht umschlossen; ebenso schließt m dampfdicht an das Kugelgehäuse abcd an. In k ist die Stange nv befestigt, welche an dem einen Ende mit der Kurbel p so verbunden ist, daß sie sich in dem Kurbelkopf drehen kann. Der Bügel q dient zur Verstrebung der Stange nn. Von e aus tritt der frische Dampf in das Gehäuse ein, auf die eine Seite der Scheibe m drückend. Vermittelst einer besonderen Steuerung bewegt er dabei durch seinen Druck die Scheibe derart auf den Kugelflächen hin und her, daß die Welle o eine drehende Bewegung annimmt. Der verbrauchte Dampf entweicht durch das Rohr f. Ausführlicheres über diese Maschine ist mitgetheilt in den Ann. des mines 1842.

Bei Tischbein's Maschine (Polyt. Centralbl. 1844) drehen sich die Zylinder selbst.

Verwandt mit den rotirenden ist die Maschine von Shipton (Lond. Journ. 1850), welcher Kolben und Krummzapfen zu einem einzigen Organe so mit einander verbindet, daß dasselbe gleichzeitig eine geradlinige und eine rotirende Bewegung annimmt. Es sei a in Fig. 119 die Kurbel einer gewöhnlichen Dampfmaschine an der Welle c in der Stellung, bei welcher das Kraftmoment am größten ist. Die ganze Dampfkraft wirkt in der Linie h unter einem je nach der Länge der Kurbelstange und der Stellung der Kurbel variirenden Winkel. So

lange der Krummzapfen a den Raum zwischen den Wänden e f des Dampfgefäßes, das hier die Stelle des Dampfzylinders vertritt, vollständig ausfüllt, kann der in der Richtung der Pfeile über dem Krummzapfen zuströmende Dampf denselben in die Stellung b bringen. In dieser Lage würde jedoch der Krummzapfen zu kurz sein, um den Raum des Dampfbehälters in zwei Hälften zu trennen, und es würde daher der Dampf bei d abströmen. Um dies zu verhindern, muß man die Form des Krummzapfens so abändern, daß bei jeder Stellung der Raum zwischen e und f vollständig abgeschlossen wird. Dieser Bedingung entspricht der Kreis gg, und es geht somit der Krummzapfen in ein auf der Welle c sitzendes Exzentrik über. Tritt nun der Dampf in der Richtung der Pfeile über das Exzentrik, so geht dieses in die Lage ii über. Hieraus ergibt sich, daß der Kolben außer seiner rotirenden Bewegung auch eine fortschreitende annimmt, welche wie gewöhnlich durch eine Kurbel auf die Schwungradwelle zu übertragen ist.

Anwendung von überhitztem Dampfe. Bei jeder Dampfmaschine ist unter übrigens gleichen Umständen die ausgeübte Kraft proportional dem verbrauchten Volumen Dampf von bestimmter Spannung. Wenn man nun durch eine geringere Wärmemenge, als zur Erzeugung eines bestimmten Volumens Dampf nothwendig ist, das Volumen desselben durch Ueberhitzung verdoppeln kann, so erhält man, da die Spannung unverändert bleibt, die doppelte Kraft, braucht aber dazu weniger als das doppelte Brennmaterial. Nachdem auf diesen Vortheil schon früher von Sorel im Jahre 1844, von Detmold (Lond. Journ. 1846), Lloyd (Rep. of Pat. Inv. 1852) u. A. hingewiesen worden war, haben in der neueren Zeit die mit überhitztem Dampfe betriebenen Maschinen von Siemens und von Wethered die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen.

Siemens (Kunst- u. Gewerbebl. f. Bayern, 1857) wendet Dämpfe von 5 Atmosphären Spannung an, welche ihre Wirkung in zwei Arbeitszylindern und einem sog. Regeneratorzylinder in der Art ausüben, daß sie, wenn sie in dem einen Arbeitszylinder einseitig gewirkt haben, jedes Mal nach dem Regenerator zurücktreten und sich dort durch eine kleine Portion frischen Dampfes ergänzen, um von neuem in denselben Arbeitszylinder zurückzugehen. Alle drei Zylinder sind mit Kolben versehen, und je eine Seite des Regenerators steht mit beiden Kolben-

seiten je eines Arbeitszylinders in ununterbrochener Verbindung. Auf dem Rückwege vom Regenerator nach den Arbeitszylindern durchstreichen die Dämpfe, ehe sie in den unteren Theil des Zylinders treten, engmaschige Drahtsiebe und erhitzen sich an diesen, so wie an dem direkt vom Feuer berührten Zylinderboden so stark, daß sie beim Eintritt in die untere Hälfte des Arbeitszylinders einen doppelt so großen Raum als vorher einnehmen. Es erfolgt nun die Bewegung, da die entgegengesetzte Kolbenfläche durch Vergrößerung der Kolbenstange auf die Hälfte reduzirt ist, also auch nur die halbe Druckfläche darbietet. Hat der Kolben seinen Weg durchlaufen, so wird die Spannung durch den jetzt saugend in Wirkung tretenden Regenerator vermindert, der Dampf geht durch die Drahtgeflechte zurück, setzt dort seine überflüssige Wärme ab und gelangt mit ursprünglicher Spannung und ursprünglichem Volumen in den Regenerator, wo er expandirend wirkt, während der zweite Arbeitszylinder in Thätigkeit tritt, und der Kolben des ersten zurückgeht.

Aehnlich ist auch die von Séguin (Compt. rend. 1855 u. 1857) angegebene Maschine konstruirt; doch ist dieselbe bis jetzt nur im Kleinen versucht worden, während die Siemens'sche Maschine auch in größerem Maßstabe schon mehrfach ausgeführt, geprüft und vortheilhaft befunden worden ist. Duméry's Projekt (Technolog. 1857) einer zweizylindrigen Maschine endlich läuft ebenfalls auf dasselbe Prinzip hinaus; eigenthümlich aber ist der Vorschlag des Erfinders, wegen der erhöhten Temperatur, der die Maschinentheile ausgesetzt sind, Mineralsubstanzen als Schmiermittel anzuwenden. Zu diesem Zwecke sollen in die Kolben- und Stopfbüchsenringe zwei Reihen Löcher eingebohrt, und in diese kleine Zylinder aus Talk oder Graphit, welche durch Federn gegen die Zylinderwand anzudrücken sind, eingesetzt werden.

Gebr. Wethered (Pariser Ausstellung 1855) führen aus einem gewöhnlichen Generator ein Schlangenrohr durch den Feuerraum und erhitzen dadurch einen Theil des erzeugten Dampfes bis auf ungefähr 200° C. Dieser überhitzte Dampf trifft dann unmittelbar vor dem Eintritte in den Zylinder mit dem gewöhnlichen gesättigten Dampfe von 121° im Dampfrohr zusammen, wo er die im gesättigten Dampfe enthaltenen Wassertheile in Dampf verwandelt.

Versuche über die Wirkung der mit überhitztem Dampfe betriebenen Maschinen im Vergleich mit der Wirkung gewöhnlicher mit

gesättigtem Dampfe betriebener sind von Hirn angestellt, und die Resultate derselben im Bull. de la soc. ind. de Mulh. 1857 veröffentlicht.

Maschinen mit kombinirten Dämpfen. Dutrembley's Maschine (Mon. ind. 1846, Polyt. Centralbl. 1849, Ann. des min. 1853), die unter dieser Klasse von Maschinen die größte Verbreitung gefunden hat, besteht aus zwei Dampfzylindern, die fast ebenso eingerichtet sind, wie die Zylinder der gewöhnlichen Dampfmaschinen. In dem einen wirkt Wasserdampf und in dem anderen Aetherdampf. Der Wasserdampf wird nach vollbrachter Wirkung in einem Kondensator verdichtet, in welchem ein zur Aufnahme des Aethers dienendes Röhrensystem eingeschlossen ist. Der Aether in diesen Röhren nimmt die Wärme des umgebenden Wasserdampfes in sich auf, kondensirt den Wasserdampf und wird selbst in Aetherdampf verwandelt. Das bei der Kondensation des Wasserdampfs fallende Wasser, sowie etwa vorhandene Luft und übrig gebliebener Dampf werden durch eine Pumpe entfernt. Der Aetherdampf, welcher sich im Röhrensystem gebildet hat, wird dem zweiten Dampfzylinder zugeführt, in diesem zur Bewegung des Kolbens angewendet und nach vollbrachter Wirkung in den Aetherdampfkondensator abgegeben. Dieser besteht, wie der Wasserdampfkondensator, aus einem Zylinder mit einem den Aetherdampf aufnehmenden Röhrensystem; die Kondensation wird aber hier dadurch bewirkt, daß in den Kondensator kaltes Wasser eingepumpt wird, welches dann durch eine Röhre wieder abläuft. Der kondensirte Aether wird durch eine Pumpe aus dem Röhrensysteme des Aetherdampfkondensators ausgezogen und dem Röhrensysteme im Wasserdampfkondensator zugeführt, um dort von neuem verdampft zu werden. Dutrembley's Versuch, Aldehyd statt Aether zu verwenden, scheint nicht von Erfolg begleitet gewesen zu sein. Chloroform in Verbindung mit Wasserdampf ist von Lafaud und von Karr (Mon. ind. 1848) angewendet worden. Neuerlich hat Seyferth (Mitth. d. hannöv. Gew. V. 1858) eine mit Schwefelkohlenstoff und Wasserdampf betriebene Maschine angegeben. Aether für sich allein, mit Zusatz von 2 Prozent eines flüchtigen Oels zur bessern Erhaltung der Maschinentheile, ist von Tissot (Compt. rend. 1857) vorgeschlagen worden.

Endlich sind hier noch die sog. cloud engines von Storm (Prakt. Mech. Journ. 1854) zu erwähnen, deren Eigenthümlichkeit darin

besteht, daß dem Dampf während seiner Expansion im Zylinder atmosphärische Luft zugeführt wird.

Transportable Dampfmaschinen (Lokomobilen). Diese Maschinen, die in der neueren Zeit (seit 1841) vielfach in der Landwirthschaft, bei Bauten, bergmännischen Arbeiten u. s. w. zur Anwendung gekommen sind, sind kleine Maschinen von 4—6 Pferdekräften, welche in Verbindung mit dem zugehörigen Kessel auf einem Rädergestelle liegen und somit leicht transportirt werden können. Der Kessel, ganz ähnlich dem Lokomotivkessel, hat 24—40 Röhren von 6—7 Centimeter Durchmesser und etwa zwei Meter Länge. Dem entsprechend ist auch die Feuerung konstruirt. Die Maschine steht oberhalb oder zur Seite des Kessels; sie hat nur einen Zylinder und ist mit Schwungrad, Riemenscheibe oder Räderwerk und Zentrifugalregulator versehen. Die Feuerung ist am hinteren Ende des Wagengestelles, so daß man feuern und selbst die Maschine in Gang setzen kann, wenn die Pferde vorgespannt sind. Der Zylinder liegt in der Regel horizontal; doch hat man auch andere Anordnungen. So stellen Tuxford und Sohn den Zylinder vertikal an das Ende der Feuerung, um die ganze Maschine mit einem Mantel umgeben zu können, wodurch nicht allein dem Wärmeverluste, sondern auch dem Rosten und der Abnutzung, denen die gewöhnlich frei liegenden Theile stark ausgesetzt sind, vorgebeugt wird. Bei anderen Maschinen (Hornsby, Alchin) steht der Zylinder im Dampfreservoir oberhalb der Feuerung, wodurch die Kondensation des Dampfes im Zylinder, sowie das Ausfrieren der Röhren im Winter vermieden wird. Jedenfalls muß der Zylinder wenigstens mit einem Mantel umgeben sein, durch welchen entweder die Dämpfe (Clayton), oder die heißen gasförmigen Verbrennungsprodukte (Carrett) geleitet werden.

Regulirung der Bewegung. Da die Kolbenkraft nicht nur bei Expansions-, sondern auch bei Volldruckmaschinen in jeder anderen Stellung des Kolbens eine andere ist, so ist natürlich auch die Drehkraft, welche vermittelst der Kurbel die Hauptwelle in Bewegung setzt, veränderlich. Wenn Kurbelstange und Kurbel in eine gerade Linie fallen, ist sie Null; je mehr der Winkel zwischen beiden sich 90° nähert, desto größer wird sie; und dann nimmt sie in nahezu gleichem Maße wieder ab. Diese Ungleichförmigkeit der Bewegung wird beseitigt oder wenigstens vermindert durch Anbringung eines Schwung-

rades (volant, fly wheel), eines schweren auf die Kurbelwelle aufgekeilten Rades, welches vermöge seiner Trägheit den Bewegungszustand der Maschine unverändert zu erhalten sucht. Es ist einleuchtend, daß dasselbe um so schwerer werden muß, je größer die Geschwindigkeits- und Kraftdifferenzen sind, also am schwersten bei Expansionsmaschinen, sowie bei solchen Maschinen, welche mit einer verhältnißmäßig kurzen Kurbelstange arbeiten. Gleichzeitig ist aber auch auf den Grad der Regelmäßigkeit, welchen der Gang der Arbeitsmaschinen erlangen soll, oder das Verhältniß, welches zwischen der mittleren Geschwindigkeit und der größten zulässigen Abweichung von derselben Statt finden soll, Rücksicht zu nehmen. Wird dieser Grad der Regelmäßigkeit mit δ, die Umdrehungszahl der Schwungradwelle mit u, die Leistung der Maschine in Pferdekräften mit L, und die Umfangsgeschwindigkeit des Schwungrads, in Metern, mit c bezeichnet, so ist nach Weisbach für eine Maschine ohne Expansion, deren Kurbelstange 5 Mal so lang als die Kurbel ist, das Gewicht

$$G = 9882 \frac{L}{\delta u c^2},$$

und $\delta = \frac{1}{32}$ angenommen,

$$G = 316224 \frac{L}{u c^2}$$

zu setzen. Unter denselben Umständen wird bei einer Maschine mit dreifacher Expansion

$$G = 16770 \frac{L}{\delta u c^2},$$

und $\delta = \frac{1}{32}$ angenommen,

$$G = 536640 \frac{L}{u c^2}.$$

Das Schwungrad kann erheblich leichter und unter Umständen, z. B. wenn es Bedingung ist, daß man die Maschine sofort in Stillstand versetzen kann, wie bei Lasthebungsmaschinen, ganz entbehrlich werden, wenn man die Welle durch zwei Krummzapfen treibt, welche so gegen einander verstellt sind, daß, während der eine in der ungünstigsten Stellung sich befindet, der andere gerade die vortheilhafteste einnimmt. Man bewirkt dadurch nicht nur, daß die todten Punkte

der beiden Kurbeln leichter überwunden werden, sondern es nähert sich auch in den Zwischenstellungen die Summe der Kurbelkräfte einer konstanten Größe. Bei völlig gleich gebauten Maschinen, die zusammen eine Schwungradwelle treiben (Zwillingsmaschinen, machines jumelles), wird diese Bedingung durch die Verstellung der Kurbeln unter einem rechten Winkel erreicht. Ueberträgt man aber bei Woolf-schen Maschinen die beiden Kolbenkräfte durch zwei Kurbeln auf die Schwungradwelle, so wird der Verstellungswinkel ein anderer und ändert sich namentlich auch mit den Expansionsgraden in den beiden Zylindern. In Frankreich sind die nach Woolf'schem System konstruirten Maschinen von Legavrian und Farinaux mit einer Verstellung der Kurbeln um 158° sehr verbreitet.

Bei diesen zweizylindrigen Maschinen reduzirt sich das Schwungradgewicht unter übrigens denselben Verhältnissen, wie oben, auf

$$G = 2593 \frac{L}{\delta u c^2},$$

oder für $\delta = \frac{1}{32}$,

$$G = 82976 \frac{L}{u c^2},$$

wenn die Maschinen ohne Expansion arbeiten, und entsprechende Verminderungen sind auch bei den Expansionsmaschinen vorzunehmen.

Die größte Regelmäßigkeit des Ganges ist wohl den dreizylindrigen Maschinen von Legavrian (Publ. ind. t. 9) zuzusprechen. Dieselben bestehen aus einem kleinen Zylinder, in welchem der Dampf im frischen Zustande wirkt, und zwei großen, die zwar den gleichen Hub des Kolbens, wie der kleine, aber nur die halbe Geschwindigkeit desselben haben, und in welchen der Dampf durch seine Expansion arbeitet. Trotz des hohen Expansionsgrads, den man anwendet, machen doch die dreifache Kurbel, das mit der Kurbel des kleinen Zylinders verbundene, rasch gehende Schwungrad und endlich die Radverbindungen zwischen den einzelnen Kurbeln, die auch als Schwungmassen wirken, den Gang der Maschine zu einem sehr regelmäßigen.

Um die Kraft der Dampfmaschine im unveränderten Gleichgewicht mit dem durch die Arbeitsmaschinen hervorgerufenen Widerstande zu erhalten, macht man jene von diesem abhängig, indem man entweder die Menge des eintretenden Dampfes, oder den Expansionsgrad der

Maschine nach der Geschwindigkeit der Hauptwelle sich selbstthätig reguliren läßt. Die Vorrichtungen, die zu diesem Zwecke dienen, heißen **Regulatoren** (modérateur, governor).

Der schon im Hauptwerke beschriebene **Watt'sche Regulator** oder das **konische Pendel** hat den Mangel, daß nach einer Geschwindigkeitsänderung nicht wieder die normale Geschwindigkeit hervorgerufen wird, sondern eine, welche zwischen der normalen Geschwindigkeit und der dem geänderten Widerstande oder der geänderten Kraft entsprechenden liegt. Denkt man sich nämlich verschiedene Stellungen des Regulators und die zu jeder gehörige Oeffnung der Dampfklappe, und setzt man voraus, daß die mittlere dieser Stellungen zu der Normalgeschwindigkeit der Maschine gehört, so wird, wenn der Normalzustand der Maschine durch Ausrückung einer Anzahl von Arbeitsmaschinen gestört wird, die Winkelgeschwindigkeit sich vergrößern, die Kugeln werden sich heben, und es wird die Dampfklappe bis auf den Punkt geschlossen werden, bei welchem die zur Erhaltung des Normalgangs erforderliche Dampfmenge einzuströmen vermag. In dieser Stellung müßte nun auch die Dampfklappe bleiben, wenn die Maschine ihre Normalgeschwindigkeit behalten soll; aber dies würde bedingen, daß auch die Kugeln in ihrer neuen Stellung verharren, was wieder nicht anders erfolgen kann, als wenn die gesteigerte Winkelgeschwindigkeit fortdauernd Statt findet. Da das letztere nun nicht möglich ist, so wird sich beim Zurückgehen der Kugeln eine solche zwischen beiden Geschwindigkeiten liegende Umdrehungsgeschwindigkeit herstellen, bei welcher ein Gleichgewicht zwischen Bewegkraft und Widerstand eintritt; es wird aber diese Geschwindigkeit nothwendigerweise größer sein, als die Normalgeschwindigkeit. Dieser Uebelstand macht sich um so mehr geltend, je weiter die Grenzen sind, innerhalb deren der Regulator seine Wirksamkeit entwickeln muß.

Dies läßt sich auch durch Rechnung zeigen. Bezeichnet a die Länge einer Pendelstange, ω die Winkelgeschwindigkeit des Pendels und α den Ausschlagswinkel desselben, so ist

$$\omega^2 = \frac{g}{a \cos \alpha}.$$

Hieraus geht hervor, daß bei veränderlichem Ausschlagswinkel α und unveränderlich langer Pendelstange a die Winkelgeschwindigkeit ω veränderlich wird.

Dagegen wird ω konstant, wenn man a cos α, also die Subtangente der Kurve, nach welcher die Kugeln sich heben und senken, zu einer konstanten Größe macht. Die einzige Kurve, welche dieser Bedingung entspricht, ist die Parabel. Durch einen parabolischen Regulator also, d. h. einen solchen Zentrifugalregulator, bei welchem die Kugeln sich nach einer Parabel heben und senken, erfüllt man die Bedingung, daß die Maschine sich unausgesetzt mit konstanter Geschwindigkeit bewegt. Hierauf ist der Regulator von Franke, in einem besonderen Schriftchen beschrieben, gegründet. Dieser Regulator wird erheblich einfacher, ohne an Brauchbarkeit zu verlieren, wenn man den tiefsten, mittleren und höchsten Stand der Kugeln nach der Parabelgleichung

$$y = \frac{\sqrt{2gx}}{\omega},$$

in welcher x die Abscisse in der Richtung der Regulatorwelle und y die zugehörige rechtwinklige Ordinate bezeichnet, bestimmt, durch die gefundenen drei Punkte einen Kreisbogen legt und den zugehörigen Mittelpunkt als Drehaxe für den einen Arm eines konischen Pendels benutzt, dem dann ein auf dieselbe Weise bestimmter zweiter Arm wie gewöhnlich beigegeben wird (Polyt. Journ. Bd. 138).

Jones (Prakt. Mech. Journ. 1854) sucht den oben angedeuteten Uebelstand des Watt'schen Regulators dadurch zu vermindern, daß er auf die Stange, welche die Schwankungen der Kugeln auf die Drosselklappe überträgt, Federn wirken läßt. Diese arbeiten der Auf- und Niederbewegung der Stange entgegen und üben einen um so größeren Widerstand aus, je mehr die Stange nach der einen oder anderen Richtung hin sich aus ihrer Normalstellung entfernt.

Die Idee, welche dem Differenzialregulator von Gebr. Werner (Polyt. Journ. Bd. 98) zu Grunde liegt, ist folgende: Wenn die Hülse des Zentrifugalregulators eine Schraubenmutter, und die zu regulirende Maschine eine Schraubenspindel treibt, so findet so lange eine übereinstimmende Stellung beider Statt, als die beiderseits auf einander einwirkenden Geschwindigkeiten einander vollkommen gleich sind. Sobald aber die Maschine eine schnellere oder langsamere Bewegung annimmt, so tritt eine Verschiebung der Mutter an der Spindel ein, die nach der einen oder anderen Seite gerichtet ist und so lange dauert,

bis beide Geschwindigkeiten wieder gleich geworden sind. Diese Verschiebung wird auf die Drosselklappe übertragen. Auch die Regulatoren von Whitelaw (Civ. Eng. 1852) und von Luttgens (Gén. ind. 1853) beruhen auf diesem Prinzipe.

Denselben Zweck erreicht man (Siemens, Farcot) ferner dadurch, daß man in zwei konische Räder, von denen das eine von der Dampfmaschine aus und das andere von dem Schwungkugelregulator aus, und zwar in entgegengesetzter Richtung umgetrieben wird, ein drittes konisches Rad eingreifen läßt, dessen drehbare Axe mit der Drosselklappe in Verbindung gesetzt ist. So lange die beiden ersten konischen Räder sich mit gleichen Geschwindigkeiten drehen, dreht sich das dritte Rad nur um seine eigene Axe; sobald aber eines von jenen eine andere Geschwindigkeit annimmt, so dreht sich auch die Axe des dritten Rades und verändert dadurch in entsprechendem Maße die Stellung der Drosselklappe. Einen Regulator dieser Art, mit Einschaltung zweier konischen Riemenscheiben, beschreibt auch Schmidt (Fortschr. in d. Konstrukt. d. Dampfm. 1857).

Endlich kann man die Bewegung des Regulators einerseits und die der Dampfmaschine andererseits auf zwei Sperrkegel wirken lassen, die zwei entgegengesetzt gezahnten Sperrrädern angehören. So lange die Maschine ihre Normalgeschwindigkeit hat, findet gar kein Eingriff Statt, bei veränderter Geschwindigkeit aber greift der eine oder andere Sperrkegel in sein zugehöriges Rad ein und bewirkt eine theilweise Drehung der Sperrradaxe, die durch geeignete Mechanismen auf die Drosselklappe oder den Expansionsschieber übertragen wird. Nach diesem Prinzip sind die Regulatoren von Biggart und Loudon (Prakt. Mech. Journ. 1855), von M'Naught (Technolog. 1857) und von Warnéry (Gén. ind. 1858) ausgeführt.

Um das konische Pendel für Schiffe anwendbar zu machen, bringt es Silver (Scient. Am. 1856) an einer liegenden Welle an und versieht es nach beiden Seiten hin mit Armen und Kugeln.

Bei dem Pendelregulator werden die Schwungkugeln durch ein schweres Pendel ersetzt, welches vermittelst eines Steigrads und einer Hemmung einem Räderwerke eine gleichförmige Bewegung mittheilt. Diese gleichförmige Bewegung wird mit der veränderlichen Bewegung der Dampfmaschine durch einen Differenzialmechanismus kombinirt, welcher die ihm mitgetheilte Bewegung auf die Drosselklappe

fortpflanzt. Regulatoren dieser Art sind von Wiede, von Perpigna (Lond. Journ. 1847), von Cohen, David und Siama (Bull. de la soc. d'enc. 1851) und von Moison (Prakt. Mech. Journ. 1854) konstruirt worden.

Kohn (Notizbl. d. österr. Ing. V. 1851) empfiehlt einen hydraulischen Regulator von folgender Konstruktion: Ein Wasserreservoir wird durch eine von der Maschine bewegte Pumpe so mit Wasser versehen, daß je nach dem schnelleren oder langsameren Gange der Maschine mehr oder weniger Wasser in das Reservoir geschöpft wird. Eine an dem letzteren angebrachte Oeffnung gestattet dem Wasser fortwährenden Abfluß, und zwar ist dieselbe so zu reguliren, daß bei regelmäßigem Gange der Maschine eben so viel Wasser abfließt, als durch die Pumpe zugeführt wird. Im Wasserspiegel des Reservoirs befindet sich ein Schwimmer, welcher mit der Drosselklappe in einer solchen Verbindung steht, daß beim Steigen des Wasserspiegels über die normale Höhe die Dampfzuflußöffnung verkleinert und dagegen beim Fallen desselben unter die normale Höhe vergrößert wird. Im Prinzip hiermit völlig übereinstimmend ist der Regulator von George (Gén. ind. 1856).

Eine andere Art hydraulischer Regulatoren (Prakt. Mech. Journ. 1856) besteht aus einer Schraube, welche in einem mit Wasser gefüllten Zylinder liegt und von der Maschine aus eine drehende Bewegung empfängt. Die Welle der Schraube läuft in festen Lagern, und der Zylinder ist so auf dieselbe aufgepaßt, daß er sich auf ihr verschieben kann. Jede Vermehrung der Geschwindigkeit im Gange der Maschine bewirkt, daß die Schraube das Wasser gegen das Ende des Zylinders drückt und dadurch eine Verschiebung desselben hervorbringt, die den Oeffnungsquerschnitt der Drosselklappe verkleinert. Wird dagegen der Gang langsamer, so zieht ein Gewicht oder eine Feder den Zylinder nach der entgegengesetzten Richtung und öffnet zugleich die Drosselklappe mehr. Die beiden Enden des Zylinders sind mit Schaufeln versehen, damit das im Zylinder enthaltene Wasser sich nicht mit der Schraube drehen kann. Auf demselben Prinzip beruhen die Regulirvorrichtungen von Simpson und Shipton (Rep. of Pat. Inv. 1849), von Jennings (Lond. Journ. 1853) und von Moison (Prakt. Mech. Journ. 1854).

Der hydraulische Regulator von Bourdon (Bull. de la soc. ind. de Mulh. 1857) besteht aus zwei in einander gestellten, konzentrischen

Gefäßen, welche mit Wasser gefüllt sind und durch eine Bodenöffnung im inneren Gefäß mit einander kommuniziren. In dem inneren Gefäß dreht sich ein Ventilator mit einer zentralen Saugöffnung und führt einen Theil des Wassers aus dem innern in das äußere Gefäß über, so daß der Wasserspiegel in beiden Gefäßen in verschiedener Höhe steht, die um so mehr differirt, je größer die Geschwindigkeit des Ventilators ist. Die Schwankungen des Wasserspiegels werden vermittelst eines Schwimmers und einer Hebelverbindung auf die Drosselklappe übertragen.

Der Regulator von Child und Wilson (Prakt. Mech. Journ. 1854) besteht aus einer Verbindung eines hydraulischen Regulators mit einem Schwungkugelregulator.

Molinié's pneumatischer Regulator (Bull. de la soc. d'enc. 1841) besteht, wie Fig. 120 zeigt, aus zwei Gebläseräumen M und N, welche von festliegenden Böden und von in regelmäßige Falten gelegten Ledermänteln begrenzt und durch einen von der Maschine auf und nieder bewegten Kolben A von einander abgetrennt sind. Ueber dem festliegenden Deckel D steht ein drittes Luftreservoir O mit einem beweglichen Deckel E, in welchem die nach der Drosselklappe führende Stange festsitzt. Die beiden unteren Räume M und N sind durch die Saugventile a und b mit der äußeren Luft und durch die Druckventile c und d mit dem oberen Luftraume O in Verbindung gesetzt. Beim Aufgange des Kolbens A tritt die äußere Luft durch a in den sich allmälig vergrößernden Raum M, und die innere Luft durch c aus dem sich zusammenziehenden Raume N in das dritte Reservoir O. Beim Niedergang strömt die äußere Luft durch das Ventil b in den sich allmälig ausdehnenden Raum N, und die innere Luft durch das Ventil d aus dem sich verkleinernden Raume M in das obere Reservoir, während die Ventile a und c verschlossen bleiben, sowie beim Aufgang b und d verschlossen sind. Das Ventil d liegt über einem Schlauch F, der aus dem Raume M nach dem Reservoir O führt und durch den Kolben A hindurchgeht. Die Luft, welche aus den Gebläseräumen M und N mittelst des Kolbens A in das Reservoir O gedrückt wird, strömt aus diesem wieder durch die Mündungen e e im beweglichen Deckel E in die freie Luft. Durch Kegelventile, welche mit Stellschrauben s s verbunden sind, ist dieser Ausfluß nach Bedarf zu reguliren. Im Beharrungs-

zustande schicken die Gebläseräume M und N so viel Luft in das Reservoir O, als durch dessen Ausmündungen e e fortströmt, und es bleibt folglich hierbei der Deckel E mit seiner durch ein Gewicht G belasteten Stange und der an dieser angeschlossenen Drosselklappe in einer unveränderten Stellung; wird aber die Geschwindigkeit der Maschine und folglich auch des Kolbens A eine andere, so ändert sich dadurch das dem Reservoir zugeführte Windquantum und mithin auch der Stand des Deckels E mit dem Gewichte G und der Drosselklappe. Ein später gemachter Vorschlag, die Stellung der Regelventile, statt durch die Stellschrauben s, vermittelst eines Schwungkugelregulators zu reguliren (Rep. of Pat. Inv. 1847), dürfte kaum als eine Verbesserung zu bezeichnen sein.

Brandhe und Coste (Prakt. Mech. Journ. 1855) ersetzen den Blasbalg durch ein kleines Zylindergebläse. A und B (Fig. 121) sind zwei aus einem Stücke gegossene Zylinder, in denen sich Kolben bewegen. Der eine derselben, A, ist ein gewöhnlicher Gebläsezylinder, welcher mit der Dampfmaschine in möglichst unmittelbare Verbindung gesetzt ist und sowohl beim Aufgang als beim Niedergang Luft unter den Kolben des zweiten, als Reservoir dienenden Zylinders B bläst. Die Stange dieses Kolbens, welcher mit den Gewichten F und G beschwert ist, damit der komprimirten Luft das Gleichgewicht gehalten wird, steht mit der Drosselklappe in Verbindung und schließt dieselbe desto mehr, je höher der Kolben gehoben wird, während sie umgekehrt um so weiter geöffnet wird, je tiefer der Kolben sinkt. Die komprimirte Luft tritt in stets unverändert gleicher Menge zur Seite aus; die Hebung und Senkung des Kolbens im zweiten Zylinder richtet sich also nach der Differenz zwischen der variabeln zugeführten und konstanten abgeführten Luftmenge.

Moison's pneumatischer Regulator (Prakt. Mech. Journ. 1854) besteht in einem Flügelrade, welches mit einer Anzahl um Zapfen drehbarer Flügel versehen ist. Auf diese Flügel wirken Federn, welche ihnen das Bestreben ertheilen, sich tangential einzustellen, wobei sie während der Umdrehung des Rades den kleinsten Luftwiderstand zu überwinden haben. Die Zentrifugalkraft aber, welche nach der Ingangsetzung sofort in Thätigkeit tritt, sucht den Flügeln je nach ihrer Geschwindigkeit verschiedene Neigungen zu ertheilen. Die Anordnung ist nun so getroffen, daß sie bei regelmäßigem Gange die mittlere

Neigung zwischen der radialen und der tangentialen Stellung haben. Sobald die Geschwindigkeit wächst, stellen sie sich mehr radial und verursachen einen größern Luftwiderstand; nimmt aber die Geschwindigkeit ab, so findet das Gegentheil statt: sie stellen sich mehr tangential, und der Luftwiderstand wird vermindert. Diese Drehung der Flügel wird durch einen geeigneten Mechanismus auf die Drosselklappe übertragen.

Der Federregulator von Poncelet besteht aus zwei gleich großen Rädern A und B (Fig. 122), welche zwei gleich große Getriebe E und F in Umdrehung setzen. Das Getriebe E ist als Schraubenmutter ausgehöhlt, und das andere sitzt fest auf der Schraubenspindel S, welche durch jene Mutter hindurchgeht. Laufen die beiden Räder und Getriebe gleich schnell um, so ändert das die Schraubenmutter bildende Getriebe seine Stellung auf der Spindel nicht; dreht sich aber das eine schneller um, als das andere, so verschiebt sich das Getriebe auf der Spindel und verstellt vermittelst des Muffs M und der Stange N die Drosselklappe. Die Welle C des Rades A wird von der Dampfmaschine umgedreht und überträgt ihre Bewegung auf die Welle D des Rades B mittelst Bolzen b und Stahlfedern f, von denen die ersteren um den Umfang einer Scheibe GG auf der Welle C herum angeordnet sind und die letzteren aus einem Muff K auf der Welle D radial hervorstehen. Wenn daher die Umdrehungszahl der Welle C, und folglich auch die Biegung der Federn f sich verändert, so wird die Geschwindigkeit des Rades B eine andere, als die des Rades A, und es erfolgt eine Verrückung der Mutter und des Muffs.

Hunt (Prakt. Mech. Journ. 1854) hat den Federregulator mit Benutzung desselben Prinzips in einer einfacheren Form ausgeführt. Statt der beiden Räder und Getriebe mit Schraube und Mutter gibt er dem Ende der Triebwelle ein Schraubengewinde und dem Muffe, welcher die treibende und die getriebene Welle mit einander verbindet, ein Muttergewinde. Sobald daher die beiden Wellen sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen, findet eine Verschiebung des Muffs und eine Verstellung der mit diesem verbundenen Drosselklappe Statt. Die flachen Stahlfedern sind hier durch einen Kautschukzylinder ersetzt.

Leistung. Die bis jetzt aufgestellten Theorien für die Berechnung der Leistung von Dampfmaschinen lassen sich auf zwei zurückführen: die Koeffiziententheorie und die Pambour'sche Theorie.

Die Hauptzüge der Koëffiziententheorie sind folgende: Wird ein Kolben vom Querschnitt F durch Dampf, welcher auf die Flächeneinheit den Druck p ausübt, getrieben, so ist die wirkende Kraft Fp und die Arbeit derselben während des Kolbenwegs s_1, unveränderte Spannung vorausgesetzt,

$$L_1 = F p s_1.$$

Wirkt der Dampf, nachdem der Kolben den Weg s_1 zurückgelegt hat, expansionsweise, also mit veränderlicher Spannung, so ist seine Leistung aus

$$d L_2 = F p_x d x$$

zu bestimmen, wenn unter p_x die Spannung verstanden wird, welche der Dampf nach Zurücklegung des Kolbenwegs x, vom Beginn der Expansion an gerechnet, angenommen hat. Nennt man den ganzen Kolbenhub s, so ist mit Zugrundelegung des Mariotte'schen Gesetzes

$$\frac{p_x}{p} = \frac{F s_1}{F (s_1 + x)}, \text{ oder}$$

$$p_x = p \left(\frac{s_1}{s_1 + x}\right).$$

Daher wird

$$d L_2 = F p \left(\frac{s_1}{s_1 + x}\right) d x$$

und die gesammte Expansionsleistung bis zum vollendeten Kolbenhube s:

$$L_2 = F p \int_0^{s - s_1} \left(\frac{s_1}{s_1 + x}\right) d x$$

$$= F p s_1 \ln \left(\frac{s}{s_1}\right).$$

Wird endlich der Gegendruck auf die Flächeneinheit mit q bezeichnet, so ist die Leistung des Gegendrucks:

$$L_3 = F q s,$$

daher die gesammte Leistung bei einem Kolbenhube:

$$L_1 + L_2 - L_3 = F p s_1 + F p s_1 \ln \left(\frac{s}{s_1}\right) - F q s,$$

und die Leistung in der Sekunde, wenn n Spiele in der Minute gemacht werden,

$$L = F p s_1 \frac{n}{30} \left[1 + \ln \left(\frac{s}{s_1}\right) - \frac{q s}{p s_1} \right].$$

Dies ist aber nur das theoretische Arbeitsvermögen; um die effektive Leistung zu erhalten, muß man, da p und q die Spannungen im Kessel und im Kondensator oder beziehentlich die der atmosphärischen Luft bezeichnen, sowie in Rücksicht auf die Widerstände und Verluste, diesen Werth mit einem Koëffizienten multipliziren, der bei verschieden konstruirten Maschinen verschieden ist und nach Tredgold zwischen 0,48 und 0,63 schwankt.

Pambour geht von folgenden Voraussetzungen aus: Sobald der Dampf aus dem Kessel in den Zylinder übertritt, verändert er seine Spannung in der Weise, daß der Druck p_1, den er gegen jede Flächeneinheit des Kolbens ausübt, der Belastung des Kolbens r, ebenfalls auf die Flächeneinheit reduzirt, das Gleichgewicht hält. Hiernach wird $p_1 = r$. Bei der Expansion vermindert sich die Temperatur des Dampfes; es ist daher das Mariotte'sche Gesetz nicht mehr gültig, sondern die Temperatur oder statt dieser nach Navier das der Rechnung sich besser anschließende spezifische Dampfvolumen, das durch eine Gleichung von der Form:

$$\mu_1 = \frac{\alpha}{\beta + p_1}$$

ausgedrückt werden kann, einzuführen. Dasselbe ist nach Pambour zu setzen:

$$\text{für Niederdruck: } \mu_1 = \frac{20'000000}{1200 + p_1},$$

$$\text{„ Hochdruck: } \mu_1 = \frac{21'232000}{620 + p_1},$$

wobei p_1 in Kilogrammen pro Quadratmeter zu nehmen ist.

Hat der Kolben vom Beginn der Expansion an den Weg x zurückgelegt, so geht das spezifische Dampfvolumen in

$$\mu_x = \frac{\alpha}{\beta + p_x}$$

über, und es wird

$$\frac{\mu_1}{\mu_x} = \frac{\beta + p_x}{\beta + p_1} \text{ oder}$$

$$p_x = \frac{\mu_1}{\mu_x} (\beta + p_1) - \beta,$$

und da die spezifischen Dampfvolumina den absoluten proportional sind,

$$p_x = \left(\frac{s_1}{s_1 + x}\right)(\beta + p_1) - \beta,$$

oder mit Berücksichtigung des schädlichen Raums in den Dampfwegen, der durch eine Länge σ des Zylinders ausgedrückt werden möge,

$$p_x = \left(\frac{s_1 + \sigma}{s_1 + \sigma + x}\right)(\beta + p_1) - \beta.$$

Die Expansionsleistung folgt hiernach aus:

$$dL_2 = F p_x \; dx,$$

$$L_2 = F \int_0^{s_1 - s} \left[\left(\frac{s_1 + \sigma}{s_1 + \sigma + x}\right)(\beta \pm p_1) - \beta\right] dx$$

$$= F(s_1 + \sigma)(\beta + p_1) \ln\left(\frac{s + \sigma}{s_1 + \sigma}\right) - F\beta(s - s_1).$$

Addirt man hierzu die Leistung des Dampfes vor der Expansion und setzt die Summe gleich der Arbeit der dem Kolben entgegen arbeitenden Last, so wird

$$F r s = F p_1 s_1 + F(s_1 + \sigma)(\beta + p_1) \ln\left(\frac{s + \sigma}{s_1 + \sigma}\right) - F\beta(s - s_1).$$

Das in der Sekunde verdampfte Speisewasserquantnm S liefert die Dampfmenge

$$\mu_1 S = \left(\frac{L}{\beta + p_1}\right) S$$

von der Spannung p_1. Diese Dampfmenge läßt sich aber auch, mit Beibehaltung der früheren Bezeichnungen, durch

$$F(s_1 + \sigma)\frac{n}{30} = F v \left(\frac{s_1 + \sigma}{s}\right)$$

ausdrücken, wenn v die Kolbengeschwindigkeit bezeichnet. Hiernach wird

$$\left(\frac{\alpha}{\beta + p_1}\right) S = F v \left(\frac{s_1 + \sigma}{s}\right), \text{ und}$$

$$p_1 = \frac{\alpha S}{F v}\left(\frac{s}{s_1 + \sigma}\right) - \beta,$$

und die Leistungsformel geht daher, für v aufgelöst, über in:

$$v = \frac{\alpha}{\beta + r} \cdot \frac{S}{F}\left[\frac{s_1}{s_1 + \sigma} + \ln\left(\frac{s + \sigma}{s_1 + \sigma}\right)\right].$$

Die Belastung des Kolbens Fr besteht aus drei Theilen: 1) der Nutzlast P, 2) der Reibung der Maschine $R + \delta P$, wenn R die

Reibung der unbelasteten Maschine und δP den von der Größe der Nutzlast abhängigen Theil der Reibung bezeichnet, und 3) dem Gegendruck Fq. Es wird daher

$$r = \frac{P(1 + \delta) + R}{F} + q \text{ und}$$

$$v = \frac{\alpha S}{F(\beta + q) + P(1 + \delta) + R}\left[\frac{s_1}{s_1 + \sigma} + \ln\left(\frac{s + \sigma}{s_1 + \sigma}\right)\right].$$

Die Leistung wird hiernach:

$$Pv = \frac{\alpha P S}{F(\beta + q) + P(1 + \delta) + R}\left[\frac{s_1}{s_1 + \sigma} + \ln\left(\frac{s + \sigma}{s_1 + \sigma}\right)\right],$$

also unabhängig von der Kesselspannung. Für R ist nach Pambour $81\sqrt{F}$ zu setzen, wenn F in Quadratmetern ausgedrückt ist; δ ist im Mittel 0,14; $\sigma = 0{,}05\ s$.

Umgekehrt ergibt sich hieraus das Speisewasserquantum in der Sekunde zu:

$$S = \frac{v\,[F(\beta + q) + P(1 + \delta) + R]}{\alpha\left[\frac{s_1}{s_1 + \sigma} + \ln\left(\frac{s + \sigma}{s_1 + \sigma}\right)\right]}.$$

Wird das Speisewasserquantum S von der Temperatur t_1 in Dampf von der Temperatur t verwandelt, so nimmt es nach Regnault die Wärmemenge

$$S\,(606{,}5 + 0{,}305\ t - t_1)$$

in sich auf; bei der Kondensation gibt dieser Dampf seine Wärme an das Einspritzwasser ab, das in Folge hiervon aus seiner ursprünglichen Temperatur t_1 in die Temperatur t_0 übergeht. Daher ergibt sich das pro Sekunde erforderliche Einspritzwasserquantum aus:

$$W\,(t_0 - t_1) = S\,(606{,}5 + 0{,}305\ t - t_1).$$

Setzt man die Temperatur im Kondensator $t_0 = 35^\circ$ und die des Speise- und Einspritzwassers $t_1 = 10^\circ$, so wird

$$W = \left(\frac{596{,}5 + 0{,}305\ t}{25}\right) S = (23{,}9 + 0{,}012\ t)\ S.$$

Zur Beobachtung des Drucks im Zylinder, sowie zur direkten Messung der Leistung von Dampfmaschinen dient der **Indikator** (indicateur, indicator). Der im Hauptwerke beschriebene Watt'sche Indikator ist seitdem erheblich verbessert und durch den von M'Naught

(Ann. des min. 1839), der, besonders in der Clair'schen Ausführung (Bull. de la soc. d'enc. 1854), Vorzügliches leistet, fast ganz verdrängt worden.

Der Clair'sche Indikator ist in Fig. 123—126 abgebildet, und zwar zeigt Fig. 123 die Seitenansicht, Fig. 124 den Horizontaldurchschnitt nach der Linie AB, Fig 125 einen andern Horizontaldurchschnitt (nur theilweise) nach der Linie CD und Fig. 126 das Räderwerk des Zylinders I', vertikal durchschnitten. In dem doppelwandigen Indikatorrohr AA, das auf den Zylinderdeckel aufgeschraubt wird, bewegt sich der hohle Metallkolben C mit seiner Stange B und der um dieselbe gewundenen Spiralfeder, die sich oben gegen den Deckel G anlegt. Die drei Zylinder I, I', I'', um welche sich der Papierstreifen J wickelt, sind in zwei Platten K und L aufgelagert, von denen die letztere mittelst der Säulen ZZ (Fig. 124) auf der ersteren ruht. Zum vorläufigen Bewickeln des Zylinders I'' dient die Kurbel M. Die Schnurscheiben N und N', von denen man nach Bedarf die eine oder die andere benutzen kann, dienen zum Auf- und Abwickeln der Schnur O, welche durch einen Haken P an die Kolbenstange der Maschine angeschlossen wird. Die Axe der Scheiben N N', die in den Lagern aa läuft, trägt auf ihrer Verlängerung R zwei endlose Schrauben S und T, von denen die erstere zwei gleich geneigte, aber sich kreuzende Gewinde [1] hat und auf die beiden Räder U und V entgegengesetzt gerichtete Rotationsbewegungen überträgt. Die Zähne der Räder U und V sind bei dem einen nach rechts und bei dem andern nach links geneigt, damit sie gleichzeitig in die beiden Schraubengewinde eingreifen können. Beide Räder laufen lose auf der Axe des Zylinders I'. Die zweite Schraube T, mit einfachem Gewinde, treibt das Schraubenrad W auf der Axe des Zylinders I'', welches ebenfalls lose geht. X ist ein Federhaus mit einer Spiralfeder, welche die Schnur O beim Niedergang der Kolbenstange gespannt erhält. Ein anderes Federhaus Y ist mit einem Sperrrade versehen; dasselbe sitzt auf der Axe des Zylinders I und kann mit derselben durch die Druckschraube c fest verbunden werden. Die Stange A' ist mit der Indikatorkolbenstange fest verbunden und trägt einen Schreibstift B'; der zweite Schreibstift B'' sitzt an der Stange C',

[1] In Fig. 125 ist durch Versehen auf S nur ein Gewinde angegeben.
K.

die an ihrem oberen Ende ein Schraubengewinde hat und vermittelst der Mutter b und einer Gegenmutter eingestellt wird. D ist eine Spannrolle, welche durch eine Feder gegen den Papierstreifen angedrückt wird.

Die Verbindung der Räder U und V mit der Axe des Zylinders I′ ist auf folgende Weise bewirkt: In jeder der beiden Radebenen ist an der Axe ein vierarmiger Stern d befestigt. An die festen Arme der beiden Sterne sind vermittelst Stifte bewegliche Arme e e angeschlossen, deren Enden gegen die inneren zylindrischen Oberflächen der vollständig hohlen Radkränze antreffen. Der innere Halbmesser der Radkränze ist etwas kleiner, als die Summe der Längen eines festen und eines beweglichen Armstückes, so daß diese beiden Armtheile einen stumpfen Winkel mit einander einschließen. Da die Oeffnungen dieser Winkel bei beiden Rädern nach gleicher Richtung hin liegen, so wird die Axe immer durch die Rotation desjenigen Rades mit herumgenommen, welches in Folge der Reibung mit den Enden der beweglichen Arme diese Winkel zu vergrößern sucht.

Um den Papierstreifen aufzuziehen, löset man die Druckschraube, welche das Rad W mit der Axe von I″ verbindet, klebt das eine Ende des Streifens mit Mundleim auf den Zylinder I″ auf und wickelt dann den Streifen vermittelst der Kurbel M auf. Hierauf faßt man das andere Ende, wickelt es um den Zylinder I′ und die Spannrolle D und klebt es auf dem Zylinder I fest.

Will man eine Reihe fortgesetzter Kurven erhalten, so löset man wieder das Rad W von der Axe des Zylinders I″, sowie das Federhaus Y von der Axe des Zylinders I; die Druckschraube c am Zylinder I′ zieht man an. Dann wird das ganze System der mit dem Papier umkleideten Zylinder durch die doppelte Schraube S, die Räder U und V und den Zylinder I′ getrieben. Damit sich in diesem Falle der Papierstreifen regelmäßig und ohne Falten zu werfen, auf den Zylinder I aufwickeln kann, wird dieser letztere durch eine endlose Schnur y getrieben, welche um zwei Würtel läuft, von denen der eine x auf der Axe des Zylinders I und der andere auf der Axe des Zylinders I″ befestigt ist.

Will man eine geschlossene Kurve erhalten, so löset man die Druckschraube c an der Axe des Zylinders I′ sowie den Würtel x an der Axe des Zylinders I. Dagegen macht man durch Anziehen der Druckschrauben das Rad W fest auf der Axe des Zylinders I″ und

das Federhaus Y fest auf der Axe des Zylinders I, und spannt mit der Hand die Feder im Federhaus Y an. Ist dies geschehen, so ertheilt die einfache Schraube T durch das Rad W dem ganzen System eine wiederkehrend rotirende Bewegung.

Ist der Apparat mit dem Papier bekleidet und auf dem Zylinderdeckel aufgestellt, so befestigt man den Schreibstift auf der Stange A' in geeigneter Höhe, nahe an der unteren Basis bei Hochdruckmaschinen, nahe an der oberen bei Niederdruckmaschinen. Die Stange C' stellt man so, daß der Schreibstift daran genau in derselben Höhe steht, wie der Schreibstift an der Stange A', wenn die beiden Kolbenflächen des Indikators blos dem atmosphärischen Drucke ausgesetzt sind. Dann zieht während der Versuchsdauer der Stift der festen Stange C' die atmosphärische Linie und der Stift der beweglichen Stange A' gleichzeitig die Kurven der successiven Dampfspanunngen. Th. Böttcher.

Dampfschiff.

(Bd. IV. S. 1.)

Form der Dampfschiffe. — Die Frage nach der erforderlichen Gestalt eines guten Dampfschiffes fällt in der Hauptsache mit der zusammen, welche man in gleicher Weise für Schiffe überhaupt aufwerfen kann. Bekanntlich hat sich die mathematische Theorie vergeblich bemüht, hier zuerst nur den Körper zu ermitteln, welcher beim Fortbewegen im Wasser den geringsten Widerstand leistet.

Die betreffenden Arbeiten und besonders Experimente der französischen Akademiker d'Alembert, Bossut, Condorcet (1798) und in neuerer Zeit namentlich die Versuche Beaufoy's[1] (1794—97; erst 1834 veröffentlicht), Marestier's (1824), Macneill's (1833), Russel's (1837), haben allerdings manches Licht über den betreffenden Gegenstand verbreitet, jedoch eben so wenig Entscheidendes geliefert, als die jüngsten Bemühungen der Engländer durch das mystische, sogenannte Wave-Line-System (Artizan, 1857, p. 255).

Da überdies ein Dampfschiff nicht blos bei seinem Fortlauf einen Widerstand leisten, sondern noch andere Bedingungen erfüllen soll — gehörige Festigkeit zeigen, nothwendige Räumlichkeiten bieten,

[1] Man sehe im Hauptwerke Bd. IV. Seite 4.

Stabilität besitzen, eine schwache Abtrift zulassen, nicht wogen (vertikales Auf- und Niederbewegen des Schiffes), nicht schlingern (Oszilliren um eine durch den Schwerpunkt des Schiffs gehende und mit der Kiellinie parallele Axe), nicht stampfen (Oszilliren um eine durch den Schwerpunkt des Schiffes gehende auf der Kiellinie normal stehende Axe) — so wird es einleuchten weshalb, unter nothwendiger Beachtung aller dieser Umstände, eine Herleitung der besten Dampfschiffformen aus wissenschaftlichen Prinzipien von verständigen Männern völlig aufgegeben worden ist.

Dagegen hat man nach den beim rationellen Schiffbau gemachten Erfahrungen praktische Regeln aufgestellt, welche unter aufmerksamer Beachtung der besonderen Nebenumstände eine völlig sichere Grundlage zur Darstellung geeigneter Schiffsformen liefern. Eine schöne Zusammenstellung dieser Regeln findet man in Creuze: Treatise on the theory and practice of naval architecture (Edinburgh, 1848), ferner in Bouguer's: Traité du Navire und besonders in Duhamel's Elémens de l'Architecture navale, nach welchem letzteren Werke Redtenbacher (Resultate für den Maschinenbau) mit Benutzung von Tredgold's „Steam Navigation", seine höchst brauchbaren Tabellen (12 verschiedene Fluß- und Meerdampfschiffe) zur Verzeichnung der Schiffsrisse zusammengestellt zu haben scheint und wovon hier (s. weiter unten) jene aufgenommen ist, welche sich auf das englische Dampfschiff „Rainbow" bezieht.

Material. — Das Material, aus welchem man Dampfschiffe erbaut, ist jetzt fast ausschließlich Eisenblech, da es Festigkeit, Leichtigkeit und Dauer auf das Vollkommenste mit einander vereinigt.

Die frühesten eisernen aber noch kleinen Schiffe traten in England in den Jahren nach 1820 auf. Das erste größere Schiff „John Randolph" von 250 Tons Tragfähigkeit, baute 1833 Laird in Birkenhead-Liverpool, dem alsbald mehrere andere, namentlich 1839 das Dampfschiff Rainbow folgte, welches nachher als Beispiel bei vorkommenden Rechnungen mehrfach benutzt werden soll, und seiner Zeit den Verkehr zwischen London und Havre vermittelte. 1848 wurde das große Schiff (320 Fuß Länge, 51 Fuß Breite) Great-Britain erbaut, welches bekanntlich nach einigen seiner Reisen, wie behauptet wird durch Intrigue seines Kapitäns, auf eine Insel nahe bei Irland getrieben wurde, dort einen Winter hindurch den heftigsten Stürmen und Wellen-

schlägen ausgesetzt bleiben mußte, wobei sein Boden durch Auffahren auf Felsen zwar zerstört wurde, doch sein Körper derartig gut erhalten blieb, daß es bereits 1852 nach gehöriger Reparatur den atlantischen Ozean neuerdings zu durchschiffen vermochte.

Dieser unzweifelhafte Beweis größerer Widerstandsfähigkeit eiserner Schiffe, gegenüber den hölzernen, wurde noch mehr bestätigt durch die fast gleichzeitig gebauten amerikanischen Dampfschiffe Persia aus Eisenblech und Pacific aus Holz konstruirt. Während ersteres, bei einer Fahrt von Liverpool nach New-York schwimmenden Eismassen mächtig widerstand, wurde letzteres fast zur selben Zeit von Eismassen durchschnitten und ging völlig verloren.

Das größte aller bis jetzt erbauten Schiffe, der auf Tafel 56 (Fig. 1 Aufriß, Fig. 2 Grundriß) abgebildete Leviathan (680 Fuß Länge zwischen den Perpendikularen, 83 Fuß größte Breite zwischen den Wänden), wenn auch vielleicht verfehlt in seinen ökonomischen Vortheilen, dürfte auch hinsichtlich der Frage über Verwendbarkeit des Eisens zum Schiffsbaue Erfahrungen liefern, für welche die Nachwelt den Engländern eben so zu Dank verpflichtet sein wird, wie für die Menai-Strait-Röhrenbrücke, die hinsichtlich ihrer Rentabilität zwar verfehlt, dennoch die Quelle unschätzbarer Ideen und Ausführungen für die Konstruktion eiserner Brücken überhaupt geworden ist.

Die Beeinträchtigung des Kompasses durch eiserne Schiffe scheint durch Airy's und Gray's Anordnungen (Kompensatoren) vollständig beseitigt (hierüber sehe man Grantham: Iron Ship Building, London 1858, p. 135); der einzige unüberwindliche (?) Feind eiserner Schiffe scheint dagegen der Ansatz von Seethieren, Muscheln und Moos zu sein, welcher sich beim Befahren tropischer Gewässer auf den äußern Schiffswänden in großen Massen bildet, wodurch der Widerstand der Schiffe erhöht und die Geschwindigkeit der Fahrt derartig vermindert wird, daß man bis jetzt genöthigt ist, für solche Zwecke fast ausschließlich hölzerne Dampfschiffe zu verwenden.

Spanten und Balken der hölzernen Schiffe werden bei den eisernen durch Winkeleisen (beziehungsweise T- und L-Eisen), die Planken aber durch Eisenblech ersetzt, deren Dimensionen und Gewicht verhältnißmäßig gering sind. Die beim Leviathan verwandten stärksten Winkeleisen haben die Dimensionen $8 \times 3\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ Zoll (8 Zoll Höhe, $3\frac{1}{2}$ Zoll Breite und $\frac{1}{2}$ Zoll mittlere Dicke), die am meisten

…schen Zollen.

Brutto-Tonnen Gehalt.	Kiel, Vor- und Hintersteven für alle Grade.	Scheerwände: Dicke der Platten aller Grade.	Dimensionen des Winkeleisens zu Balken und Kielschweine für alle Grade.	Durchmesser des Ruderherzis: Obere für alle Grade.	Durchmesser des Ruderherzis: Untere für alle Grade.	Holzdicke der Deckbohlen, Bohlenbeleg des Oberdecks.	Brutto-Tonnen Gehalt.
100	$5^1/_2 \times 1$	$^4/_{16}$	$^6/_{16} \times 2^1/_2 \times 2^1/_2$	$2^1/_2$	2	$2^1/_2$	100
200	6×2	$^4/_{16}$	$^6/_{16} \times 3 \times 2^1/_2$	3	2	$2^1/_2$	200
300	$6^1/_4 \times 2$	$^5/_{16}$	$^6/_{16} \times 3^1/_2 \times 2^3/_4$	$3^1/_4$	$2^1/_4$	3	300
400	$6^1/_2 \times 2$	$^5/_{16}$	$^6/_{16} \times 4 \times 3$	$3^1/_2$	$2^1/_2$	3	400
500	$6^3/_4 \times 2$	$^6/_{16}$	$^7/_{16} \times 4^1/_4 \times 3^1/_4$	$3^3/_4$	$2^3/_4$	$3^1/_2$	500
600	7×2^3	$^6/_{16}$	$^7/_{16} \times 4^1/_2 \times 3^1/_2$	$4^1/_4$	$2^3/_4$	$3^1/_2$	600
700	$7^1/_4 \times 2$	$^6/_{16}$	$^8/_{16} \times 4^3/_4 \times 3^3/_4$	$4^1/_2$	3	$3^1/_2$	700
800	$7^1/_2 \times$	$^6/_{16}$	$^8/_{16} \times 5 \times 4$	$4^1/_2$	3	$3^1/_2$	800
900	8×3	$^7/_{16}$	$^9/_{16} \times 5 \times 4^1/_4$	$4^3/_4$	3	$3^1/_2$	900
1000	$8^1/_2 \times$	$^7/_{16}$	$^9/_{16} \times 5 \times 4^1/_2$	5	3	4	1000
1200	9×3	$^7/_{16}$	$^9/_{16} \times 5^1/_2 \times 4^1/_2$	5	$3^1/_4$	4	1200
1500	$10 \times$ [illegible]	$^8/_{16}$	$^9/_{16} \times 6 \times 5$	$5^1/_2$	$3^1/_2$	4	1500
2000	$12 \times$ [illegible]	$^8/_{16}$	$^{10}/_{16} \times 6^1/_2 \times 5^1/_2$	6	$3^3/_4$	4	2000
2500	12×3	$^8/_{16}$	$^{10}/_{16} \times 6^1/_2 \times 5^1/_2$	$6^1/_2$	4	4	2500
3000	12×3	$^9/_{16}$	$^{10}/_{16} \times 6^1/_2 \times 5^1/_2$	$6^3/_4$	$4^1/_2$	4	3000

$^{16}/_{16}$	Am Kiele, Vorder- und Hintersteven müssen die Niete $^1/_4$" stärker sein.

verwandten aber $4\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ Zoll, während die Plankenbleche für die Schiffsschale $\frac{3}{4}$ Zoll, für die Scheerwände aber nur $\frac{1}{2}$ Zoll Stärke haben.

Aus Lloyd's Bestimmungen für die Konstruktion eiserner Schiffe (The Artizan, 1855, p. 38) lassen sich der Erfahrung entlehnte, sichere Dimensionen für alle Theile eiserner Dampfschiffe entnehmen, worauf hier verwiesen werden muß.

Für das Studium des Baues eiserner Schiffe überhaupt empfehlen wir aber vor Allem das bereits oben erwähnte Werk Granthams, mit 14 großen Tafeln Abbildungen, so wie Dupuit de Lôme: Rapport sur les bâtiments en fer, Paris 1844 (mit 20 großen lithographirten Platten). Schließlich folgt hier noch aus Grantham's Werk die beiliegende werthvolle Tabelle.

Deplacement. — Zur Beurtheilung der Eintauchungsgröße eines Dampfschiffes, Berechnung seiner Stabilität und anderer wichtiger damit zusammenhängender Fragen ist vor allem erforderlich das Wasservolumen (= V) zu kennen, welches von dem schwimmenden Schiffskörper verdrängt, in der Sprache der Techniker das Deplacement genannt wird.

Hierzu sei a der relative Flächeninhalt eines der Horizontalschnitte, in welche man sich den eingetauchten Schiffskörper, von der Schwimmebene SS, Fig. 9 und 10 (Taf. 56) ausgehend und zu dieser parallel, zerlegt denken kann, oder a das Verhältniß des wahren Inhaltes = F zum Inhalte des der Schwimmfläche umschriebenen Rechtecks B . L, so daß überhaupt ist:

$$a = \frac{F}{B\,.\,L},$$

wobei L die Länge des Schiffes zwischen den sogenannten Perpendikularen, und B die Breite des Hauptspanten bezeichnet.

Denkt man sich nun L in 20 gleiche Theile von b Abstand getheilt und 21 Ordinaten y gemessen, so erhält man nach der Simpson'schen Regel ohne Weiters:

$$a = \frac{F}{B.L} = \frac{2}{3} b \left[y_0 + y_{20} + 2(y_2 + y_4 \ldots y_{18}) + 4\,(y_1 + y_3 \ldots y_{19}) \right].$$

Um diese Berechnung durch ein Beispiel zu erläutern, wählen wir das bereits oben erwähnte Laird'sche Dampfschiff Rainbow, wobei L = 182,20 Fuß engl., B = 24,75 Fuß und die Tauchung = T

= 6 Fuß beträgt; entlehnen ferner Redtenbacher's Maschinenbau die gemessenen Ordinaten, welche in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

Hinterschiff.							Vorderschiff						
Nr. des Querschnitts.	Ordinaten						Nr. des Querschnitts.	Ordinaten					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
0	20	20	20	20	20	20	10	770	860	930	950	980	990
1	75	110	150	200	260	336	11	745	850	900	940	960	980
2	165	250	325	385	455	520	12	710	810	860	910	940	960
3	280	400	480	530	590	640	13	640	750	810	845	870	900
4	400	530	610	665	710	750	14	545	665	730	760	800	830
5	515	640	700	750	790	830	15	440	550	620	660	700	735
6	610	710	770	820	860	890	16	320	460	530	570	610	645
7	680	770	830	880	910	930	17	200	300	350	390	430	460
8	730	820	880	910	945	960	18	90	160	210	230	260	290
9	760	860	910	940	970	990	19	30	35	55	70	80	90
10	770	860	930	950	980	990	20	—	—	—	—	—	—

Hierbei ist noch zu bemerken, daß die Vertikalreihen der Tabelle die Ordinatenwerthe der Begrenzungskurve des jedesmaligen Horizontalschnittes sind, wenn B gleich 2000 gesetzt wird; die Horizontalreihen aber ebenso die Ordinaten der einzelnen Querprofile sind. Man erhält sonach, $b = \frac{L}{20}$ und die wahren Ordinaten $\frac{y\,B}{2000}$ gesetzt, für den ersten Schnitt = a,

$$a = \frac{F}{B\,.\,L} = \frac{1}{40000} \cdot \frac{2}{3}\,(20 + 8600 + 17460) = 0{,}435.$$

indem

$$y_0 + y_{20} = 20$$

y_2	$= 165$	y_1	$= 75$
y_4	$= 400$	y_3	$= 280$
y_6	$= 610$	y_5	$= 515$
y_8	$= 730$	y_7	$= 680$
y_{10}	$= 770$	y_9	$= 760$

$$y_{12} = 710 \qquad y_{11} = 745$$
$$y_{14} = 545 \qquad y_{13} = 640$$
$$y_{16} = 320 \qquad y_{15} = 440$$
$$y_{18} = \underline{\ 90} \qquad y_{17} = 200$$
$$4340 \times 2 = 8680; \qquad y_{19} = \underline{\ 30}$$
$$4365 \times 4 = 17460.$$

Auf dieselbe Weise verfahrend (T in 6 Theile getheilt) erhält man:
a_0 = Null; $a_1 = 0{,}4306$; $a_2 = 0{,}526833$; $a_3 = 0{,}582167$; $a_4 = 0{,}620667$; $a_5 = 0{,}65633$; $a_6 = 0{,}687567$, so wie, weil

$$\frac{\mathfrak{B}}{L\,B\,T} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{6} \left\{ a_0 + a_6 + 2\,(a_2 + a_4) + 4\,(a_1 + a_3 + a_5) \right\}$$ ist:

$$\frac{\mathfrak{B}}{L\,B\,T} = 0{,}53781, \text{ d. i.}$$

$\mathfrak{B} = 0{,}53781\ .\ L\,B\,T$, oder mit Einführung eines allgemeinen Koeffizienten $= \beta$:

$$(1)\ \mathfrak{B} = \beta\ .\ LBT.$$

Begreiflicher Weise muß sich $\mathfrak{B}$ auch aus den Vertikalschnitten berechnen lassen, worüber man Rühlmann's Hydromechanik Seite 72 nachsehen kann.

Substituirt man in (1) die vorher gegebenen Zahlenwerthe, so erhält man das Deplacement des Dampfschiffes Rainbow:

$$\mathfrak{B} = 14575{,}33 \text{ Kubikfuß engl.}$$

Das Totalgewicht = Q des Schiffes (Schale, Maschine und Kessel, Ausrüstung und Fracht) kann daher betragen, wenn γ das Gewicht der Kubikeinheit Wasser bezeichnet:

$$(2)\ Q = \gamma\ .\ \mathfrak{B},$$

oder, bei dem Dampfschiffe Rainbow wo $\gamma = 62{,}5$ ℔ engl. ist:

$$Q = 62{,}5\ .\ 14575{,}33, \text{ d. i.}$$

$$Q = 910982{,}2 \text{ ℔} = 406{,}67 \text{ Tons.}$$

Zur gehörigen Beantwortung betreffender Stabilitätsfragen ist es erforderlich, den Schwerpunkt der verdrängten Flüssigkeit zu bestimmen, was nach bekannten Sätzen der Statik keine Schwierigkeit bietet.

Mit Bezug auf §. 59 der Geostatik des Verfassers und unter Beibehaltung der vorigen Bezeichnungen erhält man für den Vertikalabstand = X des betreffenden Schwerpunktes über dem Kiele des Schiffes:

$$X = \frac{1}{6} T \left\{ \frac{o . a_0 + 1 . 4 . a_1 + 2 . 2 a_2 + 3 . 4 a_3 + 4 . 2 a_4 + 5 . 4 a_5 + 6 a_6}{a_0 + 4 a_1 + 2 a_2 + 4 a_3 + 2 a_4 + 4 a_5 + a_6} \right\},$$

hier obige Zahlenwerthe substituirt, gibt:

$$(3)\ X = \frac{T}{6} . \frac{33{,}054733}{9{,}68034} = 0{,}56909 . T,$$

oder mit Bezug auf das Dampfschiff Rainbow, wo T = 6 Fuß ist:

$$X = 3{,}41454 \text{ Fuß}.$$

Auf ganz gleichem Wege ergibt sich ferner für den Horizontalabstand = Z (S. 78 von Rühlmann's Hydromechanik):

$$(4)\ Z = 0{,}480147 . L,$$

oder für den Rainbow, wo L = 182,5:

$$Z = 87{,}626 \text{ Fuß}.$$

Stabilität. — Bezeichnet Fm, Fig. 11, Tafel 56, die Richtung des hydrostatischen Auftriebes, wenn das Schiff die in der Figur gezeichnete Lage angenommen hat, und ist S der Schwerpunkt des Schiffes nebst allem Zubehör; so ergibt sich leicht, daß das Schiff mit Stabilität schwimmt, d. h. aus der geneigten Lage in die aufrechte von selbst zurückkehrt, sobald der Punkt m, wo die Auftriebsrichtung die vorher vertikale Axe Em schneidet, höher als der Schwerpunkt S liegt. Der Punkt m wird dabei das Metazentrum genannt. Durch Rechnung läßt sich das Stabilitätsmoment = M eines Dampfschiffes, so wie die Höhe des Metazentrums über dem Schwerpunkte des Deplacements, wie nachstehend bestimmen.

Es bezeichne y die halbe veränderliche Breite des Schiffes, Fig. 10, in der Schwimmebene gemessen, so wie dz den Horizontalabstand von je zweien dieser (unendlich nahen) Breiten; ferner e den Abstand des Schwerpunktes S des ganzen Schiffes vom Schwerpunkte E des verdrängten Wassers bei aufrechter Stellung des Schiffes; endlich φ den Neigungswinkel ESQ: so erhält man leicht die Gleichung (Seite 77 Rühlmann's Hydromechanik):

$$M = Q \left\{ \frac{\frac{2}{3} \sin \varphi . \int y^3\, dz}{\mathfrak{B}} - e. \sin \varphi \right\}.$$

Hierbei erkennt man bald, daß $\frac{1}{3}\, y^3 dz$ das Trägheitsmoment eines Rechtecks vom Inhalte ydz, und daher $\frac{2}{3} \int y^3 dz$ das Träg-

heitsmoment der Schwimmfläche des Schiffes in Bezug auf dessen Längenaxe ist, so daß sich ergibt, wenn gedachtes Trägheitsmoment mit μ bezeichnet und φ klein genug vorausgesetzt wird:

$$M = Q\left(\frac{\mu}{\mathfrak{V}} - e\right) . \varphi, \text{ oder auch,}$$

weil $Q = \gamma \mathfrak{V}$ ist:

$$(5)\ M = \gamma . \varphi (\mu - e . \mathfrak{V}) \text{ oder endlich:}$$

$M = 62{,}5 . \varphi (\mu - e\mathfrak{V})$ für englisches Maß und

$M = 1000 . \varphi (\mu - e\mathfrak{V})$ für Metermaß.

Für die meisten Rechnungen läßt sich überdies hinreichend genau setzen:

$$(6)\ \mu = m . LB^3, \text{ wo}$$

$m = 0{,}0355$ bis $0{,}0399$ für Flußschiffe

$m = 0{,}0583$ für Meerschiffe genommen werden kann.

Aus (5) folgt überdies, daß die Stabilität des Schiffes an die Bedingung geknüpft ist:

$$(7)\ e < \frac{\mu}{\mathfrak{V}} \text{ oder } e < \frac{\frac{2}{3} \Sigma (y^3 d z)}{\mathfrak{V}}.$$

Die Schwerpunktsentfernung $\overline{ES} = e$ läßt sich annäherungsweise $\frac{1}{8} B$ setzen, am sichersten und richtigsten aber durch eine Verbindung von Experiment mit Rechnung ermitteln, wozu der schwedische Admiral Chapman und der spanische Schriftsteller (im Gebiete der Nautik) Don Juan d'Ulloa besonders empfehlenswerthe Anleitungen gegeben haben, und worüber nachzulesen ist bei Creuze (Treatise on naval architecture pag. 31), so wie im Anhange von Rühlmann's Hydromechanik S. 505.

Daselbst ist für die englische Korvette Scylla, wo $B = 30$ Fuß engl. Breite in der Schwimmebene, berechnet:

$$e = 3{,}60 \text{ Fuß,}$$

während $\frac{1}{8} B = 3{,}75$ Fuß ist.

Die Höhe des Metazentrums m, Fig. 11, über dem Schwerpunkte E des verdrängten Wassers, d. i. Em, berechnet sich (a. a. O. S. 77) mittelst der Gleichung:

$$(8)\ \overline{Em} = \frac{2}{3} . \frac{\Sigma (y^3 d z)}{\mathfrak{V}},$$

welche zuerst von Bouguer S. 272 seines Traité du Navire entwickelt wurde.

Mit Bezug auf die Anordnung der oben gegebenen Tabelle ist in die Formeln (7) und (8) zu setzen $\frac{B\,y}{2000}$ statt y, und $\frac{L}{20}$ statt dz, wornach erhalten wird:

$$(9)\quad e < \frac{B^3 . L\ \Sigma\ (y^3)}{240\,000\,000\,000 . \mathfrak{B}} \quad \text{und}$$

$$(10)\quad \overline{Em} = \frac{B^3\ .\ L\ \ \Sigma\ (y^3)}{240\ 000\ 000\ 000 . \mathfrak{B}}$$

Nach der vorher aufgeführten Tabelle (S. 444) ist aber:
$\Sigma\ (y^3) = [20^3 + 336^3 + 520^3 \ldots 460^3 + 290^3 + 90^3] =$ 9683585556, ferner war: $\mathfrak{B} = 0{,}53781.\ LBT$, mithin:

$$(11)\quad \overline{Em} = \frac{0{,}9683585556}{24 . 0{,}53781} . \frac{B^2}{T} = 0{,}075023 . \frac{B^2}{T}.$$

Speziell für das Dampfschiff Rainbow, wobei $B = 24{,}75$ und $T = 6$, ist, findet man:

$$\overline{Em} = 7{,}65938 \text{ Fuß.}$$

Folgt man der oben erwähnten praktischen Regel zur Bestimmung von e, so erhält man für den Rainbow:

$$(12)\ e = \frac{B}{8} = \frac{24{,}75}{8} = 3{,}093 \text{ Fuß,}$$

so daß also dies Schiff hinlängliche Stabilität besitzt, sobald die Winkel φ klein genug sind, deren Grenzen sich übrigens mit Hülfe der vorhergehenden Formeln leicht ermitteln lassen.

Im Falle die Winkel φ groß vorausgesetzt werden, ist die Berechnung des Metazentrums in anderer Weise (nach Atwood) vorzunehmen, worüber u. A. Rühlmann's Hydromechanik §. 38 nachgelesen werden kann.

Schlingern. — Wie bereits früher bemerkt, ist das Schlingern eines Schiffes die Bewegung von einer Seite zur andern, oder eine pendelartige Bewegung um eine zum Kiele parallele und durch den Schwerpunkt gehende Längenaxe. Soll diese Bewegung dem Schiffe nicht nachtheilig werden, nicht heftig und stoßweise geschehen, vielmehr verhältnißmäßig sanft erfolgen, so sind allerlei Bedingungen zu erfüllen, wovon wenigstens eine erkannt wird, sobald die Zeit einer der Schwingungen ermittelt ist.

Bezeichnet man zu letzterem Zwecke die veränderliche Zeit mit t, den größten zulässigen Schwingungsbogen für den Halbmesser = 1 mit α (Fig. 11, Tafel 56) und den veränderlichen Schwingungsbogen mit φ, so erhält man sofort, weil nach bekannten Sätzen der Mechanik ist:

$$\text{Bogenacceleration} = g \cdot \frac{\text{Statisches Moment}}{\text{Trägheits Moment}}, \text{ d. i.}$$

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} = g \cdot \frac{\gamma (\mu - e.\mathfrak{B})}{\gamma . \lambda}.$$

sobald λ das Trägheitsmoment des ganzen Schiffes mit allem Zubehör in Bezug auf die vorbemerkte Axe bezeichnet. Für die meisten Fälle läßt sich dabei annäherungsweise setzen: $\lambda = \frac{\mathfrak{B}}{12} (B^2 + H^2)$, wenn H die Höhe der Schiffsschale ausdrückt.

Aus vorstehender Gleichung erhält man:

$$\frac{1}{2}\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2 = g \cdot \frac{\mu - e.\mathfrak{B}}{\lambda} \int_\alpha^\varphi \varphi \, d\varphi = \frac{g(\mu - e.\mathfrak{B})}{2\lambda} \left(\varphi^2 - \alpha^2\right),$$

woraus ferner folgt:

$$dt = \sqrt{\frac{\lambda}{g(\mu - e\mathfrak{B})}} \cdot \frac{-d\varphi}{\sqrt{\alpha^2 - \varphi^2}} \text{ und hieraus:}$$

$$t = \sqrt{\frac{\lambda}{g(\mu - e\mathfrak{B})}} \cdot \text{arc.} \left[\cos. = \left(\frac{\varphi}{\alpha}\right)\right]$$

Für φ = Null erhält man die Zeit $\frac{\xi}{2}$ einer halben Schwingung zu:

$$\frac{1}{2}\xi = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{\lambda}{g(\mu - e\mathfrak{B})}},$$

oder die Zeit einer ganzen Schwingung:

$$(13) \quad \xi = \pi \sqrt{\frac{\lambda}{g(\mu - e\mathfrak{B})}}$$

Annäherungsweise ferner:

$$\xi = \pi \sqrt{\frac{0{,}53781 . BLT\left(\frac{B^2 + H^2}{12}\right)}{g\left[0{,}0583 . LB^3 - 0{,}53781 . e . BLT\right]}}$$

wenn man $\lambda = \frac{B^2 + H^2}{12}$ setzt.

Mit Bezug auf das Dampfschiff Rainbow, wobei H = 12 Fuß, B = 24,75 Fuß, $\mathfrak{B}$ = 14575,33 ist, ergibt sich:

$$\frac{1}{12}\mathfrak{B} \quad (B^2 + H^2) = 918246.$$

Ferner das Trägheitsmoment μ in Bezug auf die Längenaxe der ganzen Schwimmebene

$$\mu = 0{,}0583 \,.\, 182{,}5 \,.\, (24{,}75)^3 \text{, d. i.}$$

$$\mu = 161307{,}0 \,.$$

Endlich wenn nach (12) $e = \frac{B}{8} = \frac{24{,}75}{8} = 3{,}093$

oder rund e = 3,1 angenommen wird:

$\mathfrak{B}.e = 14575{,}33 \,.\, 3{,}1 = 45183{,}523$ also, wegen $g = 32{,}2$:

$$\xi = 3{,}1416 \,.\, \sqrt{\frac{918246}{32{,}2\ (161384{,}5 - 45183{,}5)}},$$

$$\xi = 3{,}1416 \sqrt{\frac{918246}{32{,}2 \,.\, 116201}} \text{, d. i.}$$

$$\xi = 1{,}556 \text{ Sekunden,}$$

was verhältnißmäßig wenig zu nennen ist, so daß die Schwingungen also wohl zu rasch erfolgen, dürfte man nicht annehmen, daß bei genauerer Ermittelung das Trägheitsmoment λ des ganzen Baues ξ sich wahrscheinlich größer herausstellen wird.

Uebrigens liegt der Schwerpunkt des Ganzen dem Kiele verhältnißmäßig nicht zu nahe, indem zu Folge (3) und (12) diese Entfernung ist:

$$3{,}41454 + 3{,}093 = 6{,}50754\,,$$

oder es liegt der Schiffsschwerpunkt etwa $^1/_2$ Fuß über der Schwimmebene.

Ist diese Entfernung viel kleiner, so wird das Uebergewicht der hohen Masten und ihrer Takelage sehr groß und heftiges Schlingern des Schiffes unvermeidlich.

Außerdem hat die Gestalt des Schiffes einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Größe des Schlingerns.

Stampfen. — Ganz auf ähnlichem Wege wie vorher berechnet man die Zeit = ξ' einer oszillirenden Bewegung des Schiffes in der Richtung der Länge, oder in Bezug auf eine durch den Schwerpunkt S, Fig. 15 (Tafel 56) gehende Queraxe, und erhält

$$(14) \quad \xi^1 = \pi \sqrt{\frac{\lambda^1}{g\,(\mu_1 - e\,.\,\mathfrak{B})}}$$

wenn λ' das Trägheitsmoment des ganzen Schiffes in Hinsicht auf seine Queraxe und μ_1 das Trägheitsmoment der Schwimmfläche in Bezug auf ihre Queraxe bezeichnet.

Annäherungsweise kann man ferner setzen:

$$\lambda^1 = \frac{\mathfrak{B}}{2}(L^2 + H^2) \text{ und } \mu_1 = m_1\,.\,B\,.\,L^3,$$

wobei m_1 guten Schiffsformen entnommen werden kann. Dabei bemerkt man leicht, daß hier μ_1 viel größer ist als μ, daher auch jedes Schiff viel stabiler ist in Hinsicht auf das Stampfen als auf das Schlingern, und zwar sind weniger scharf gebaute Schiffe wieder stabiler als sehr scharf gebaute.

Wogen. — Die dritte bereits früher erwähnte oszillatorische Bewegung eines Dampfschiffes, das Wogen, läßt sich aus der Gleichung berechnen, daß die betreffende

$$\text{Acceleration} = \frac{\text{Zuwachs an Auftrieb}}{\text{Masse des bewegten Schiffes}} \text{ ist.}$$

Hierzu bezeichne x den Zuwachs an Eintauchungstiefe, so daß man für den Zähler: $\gamma\delta BLx$ erhält, wenn δ ein Erfahrungswerth ist, der für Flußschiffe = 0,65 und für Meerschiffe = 0,80. Ueberdies werde beachtet, daß man für den Nenner bekommt: $\frac{\gamma\,.\,\beta\,LBT}{g}$, wo β ebenfalls einen Erfahrungskoeffizienten darstellt, der beziehungsweise 0,480 und 0,584 für Fluß- und Meerschiffe ist. Wird endlich durch h der größte Zuwachs an Tauchung und durch t die veränderliche Schwingungszeit ausgedrückt, so ergibt sich zufolge obiger Gleichung:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = g\,.\,\frac{\gamma\delta BLx}{\gamma\beta BLT} = \frac{g\delta}{\beta T}\,.\,x; \text{ hieraus aber:}$$

$$t = \sqrt{\frac{\beta T}{g\delta}} \int_h^x \frac{-dx}{\sqrt{h^2 - x^2}} = \sqrt{\frac{\beta T}{g\delta}}\,.\,\text{arc.} \quad \cos. = \frac{x}{h}).$$

Für x = Null erhält man die halbe Zeit = $\frac{\xi}{2}$ einer Vertikalschwingung zu:

$$\frac{\xi}{2} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\beta T}{g \delta}}, \text{ also}$$

die ganze Zeit:

$$(15) \quad \xi = \pi \sqrt{\frac{\beta T}{g \delta}}.$$

Ein tiefer tauchendes Schiff wogt also langsamer als ein flachgehendes.

Fortschreitende Bewegung. — Dem Fortlaufe eines Dampfschiffes im Beharrungszustande der Bewegung stellen sich, abgesehen von der Wirkung des Windes und der Wellen, hauptsächlich dreierlei Widerstände entgegen, nämlich der Aufstau am Vordertheile, die Senkung am Hintertheile und der Reibungswiderstand des Wassers an den Schiffswänden, worüber im Hauptwerke Bd. IV. S. 3, ausführliche Mittheilungen gemacht sind, und hier nur hinzugefügt werden muß, daß neuere vertrauenswerthe und brauchbare Versuche (selbst die von Campaignac in seinem sonst schätzbaren Werke: Traité sur l'état actuel (1842) de le marine à vapeur nicht ausgenommen) seit der Bearbeitung des Artikels „Dampfschiff" durch den verewigten Prechtl überall nicht bekannt geworden sind.

Unentschieden ist zur Zeit noch, welchen Einfluß die besondere Form der Dampfschiffe (vorausgesetzt, daß die allgemein üblichen Formen vorhanden sind) auf den Fortlauf der Dampfschiffe hat; ob der Widerstand, der bei Fortbewegung des Schiffes ausgeübt wird, mehr von der Größe des eingetauchten Theiles des Hauptspanten oder von der Reibung abhängt, welche das Schiff im Wasser zu überwinden hat, u. dgl. m.[1]

Mehrfache Fälle, wo man nach vorgenommener Verlängerung von Dampfschiffen (Artizan 1856, S. 49 und Gaudry S. 404 u. 405 T. II.) eine größere Geschwindigkeit unter sonst gleich bleibenden Umständen erzeugt haben will; ferner das Streben der Schiffsbauer, Vorder- und Hintertheil des Schiffskörpers immer feiner zuzuspitzen

[1] Eine nicht uninteressante beachtenswerthe, wenn auch nicht die Frage erledigende Arbeit hat kürzlich Dr. Eckhardt geliefert und im Artizan (1858 S. 52 und 92) unter dem Titel veröffentlicht: „On calculating the resistance of steam vessels." Unter Anderem wird daselbst gezeigt, daß wenn man die Breite eines Schiffes = 2 setzt, das zugeschärfte Vordertheil = 6, das Mittelschiff = 4 und das Hintertheil ebenfalls = 4 sein müßte.

(Klipperschiffe), scheinen für die Hypothese zu sprechen, daß der Reibungswiderstand einen verhältnißmäßig kleinen Theil des Gesammtwiderstandes ausmache, während bewährte Schriftsteller im technischen Fache, namentlich Redtenbacher (die kalorische Maschine, Widerstand der Schiffe S. 107) durchaus das Gegentheil behaupten und zu beweisen suchen.

Da es außer den von Redtenbacher gewonnenen theoretischen Resultaten durchaus an jedem rationellen Anhaltspunkte fehlt (will man überhaupt anders verfahren als Prechtl im Hauptwerke S. 20), um die erforderlichen Rechnungen ohne die merkwürdigste Willkür zu begründen; so scheint es bis auf Weiteres angemessen, den Redtenbacher'schen Werth anzunehmen, welcher (für Metermaß) den Widerstand K eines Schiffes, wenn das Rechteck $A = B \,.\, T$, welches dem eingetauchten Theile des Hauptspanten entspricht, gleich 1 und die relative Geschwindigkeit pr. Sekunde = U des Schiffes ebenfalls gleich 1 ist, darstellt durch:

$$(16) \quad K = 0{,}309 \left[\frac{2}{3}\,\frac{L}{T} + 2\,\frac{L}{B}\right].$$

Bezeichnet man dann den Bewegungswiderstand beim Fortlauf eines Schiffes mit P, so kann man annäherungsweise setzen:

$$(17) \quad P = \varepsilon \,.\, \frac{\gamma \,.\, A}{2g} \,.\, U^2 = \varepsilon\, \frac{\gamma \,.\, A}{2g}\,(V \pm v)^2,$$

(S. 468 Rühlmann's Hydromechanik), wobei V die Geschwindigkeit des Schiffes, v die des Wassers bezeichnet, γ die Dichte des Wassers, g die Acceleration und ε ein von den jedesmaligen Maßeinheiten unabhängiger Erfahrungskoeffizient ist. Für ε ergibt sich in Beziehung auf den Redtenbacher'schen Ausdruck:

$$\varepsilon \,.\, \frac{\gamma}{2\,g} = 0{,}309 \left[\frac{2}{3}\,\frac{L}{T} + 2\,\frac{L}{B}\right], \text{ und}$$

weil (für Metermaß) $\frac{\gamma}{2\,g} = 51$ zu setzen ist:

$$\varepsilon = 0{,}00605 \left[\frac{2}{3}\,\frac{L}{T} + 2\,\frac{L}{B}\right].$$

Hiernach findet sich P:

$$P = 0{,}00605 \left[\frac{2}{3}\,\frac{L}{T} + 2\,\frac{L}{B}\right] \frac{\gamma}{2\,g} \,.\, A U^2 \text{ für beliebige Maße.}$$

Für englisches Maß ist $\frac{\gamma}{2\,g} = \frac{62{,}5}{2\,.\,32{,}2} = 0{,}970.$

Für preußisches Maß $\frac{\gamma}{2\,g} = \frac{66}{2\,.\,31{,}25} = 1{,}056$, daher überhaupt

$$P = 0{,}309 \left[\frac{2}{3}\,\frac{L}{T} + 2\,.\,\frac{L}{B}\right] A\,U^2 \text{ für Metermaß,}$$

$$P = 0{,}00587 \left[\frac{2}{3}\,\frac{L}{T} + 2\,.\,\frac{L}{B}\right] A\,U^2 \text{ für engl. Maß,}$$

$$P = 0{,}006388 \left[\frac{2}{3}\,\frac{L}{T} + 2\,.\,\frac{L}{B}\right] A\,U^2 \text{ für preuß. Maß.}$$

Die widerstehende Arbeit des Schiffes läßt sich ferner darstellen durch:

$$(18)\quad P\,.\,U = \varepsilon\,.\,\frac{\gamma}{2g}\,.\,A\,U^3.$$

Räderdampfschiffe. — Die beiden einzigen wirklich brauchbaren Triebmechanismen, welche man zur Erzeugung des Fortlaufes eines Schiffes gegenwärtig benutzt und denen auf dem Schiffe selbst befindliche Dampfmaschinen die Bewegkraft ertheilen, sind Ruderrad und Schraube.

Das erstere ist hinlänglich im Hauptwerke (Bd. IV. S. 1 und S. 58) beschrieben (man sehe auch unsere Tafel 55, Fig. 2 und 3), wogegen aber die an demselben Orte (S. 25) entwickelte Theorie der Ruderradwirkung eine durchaus falsche ist, indem der Druck der eintauchenden Schaufeln gegen das Wasser der Differenz der Quadrate der betreffenden Geschwindigkeiten und nicht, wie allein richtig, dem Quadrate der Differenz proportional gesetzt ist.

Vom letzteren Satze ausgehend, sonst aber auf jede strenge Auffassung des Gegenstandes im Voraus verzichtend (z. B. auf die Ermittelung der wirklich fortgeschobenen Wassermasse), überhaupt nur auf Annäherungsrechnungen Anspruch machend, welche einigermaßen für die Praxis genügen, läßt sich der Druck $= p$ der eintauchenden Schaufeln (vom Gesammtinhalte $= a$) gegen das Wasser, sobald C die Umfangsgeschwindigkeit der Schaufelräder gegen das Schiff und k einen Erfahrungskoeffizienten bezeichnet, darstellen durch:

$$(19)\quad p = k\,.\,\frac{\gamma}{2\,g}\,.\,a\,[C - U]^2,$$

daher auch die erforderliche bewegende Arbeit für die Ruderräder:

$$(20) \quad p \,.\, C = k \, \frac{\gamma}{2\,g} \,.\, a \, [C - U]^2 \,.\, C.$$

Den Koeffizienten k kann man mit Campaignac (Gaudry: Traité des machines à vapeur, Paris 1856, T. I. p. 76) 2,76 oder mit Redtenbacher 2,452 nehmen; letzterer Schriftsteller setzt dabei

$$K' = k \,.\, \frac{\gamma}{2\,g} = 2{,}452 \,.\, 51 = 125.$$

Der Beharrungszustand der Bewegung erfordert, daß die Werthe in (17) und (19) gleich groß sind, also der Gleichung entsprochen wird:

$\varepsilon \,.\, AU^2 = k\,a\,[C - U]^2 \,.\, C$, woraus folgt:

$$(C - U)^2 = \frac{\varepsilon \,.\, A\,U^2}{k\,a}, \text{ so wie}$$

$$(21) \quad \frac{C}{U} = 1 + \sqrt{\frac{\varepsilon \,.\, A}{k \,.\, a}}.$$

Die Differenz C — U pflegt man den Rücklauf (slip) des Ruderrades zu nennen. Wird der gefundene Werth C — U in (20) eingeführt, so folgt:

$$p \,.\, C = \varepsilon \, \frac{\gamma}{2\,g} \,.\, A\,U^2 \,.\, C = \varepsilon \, \frac{\gamma}{2\,g} \,.\, A\,U^3 \left(\frac{C}{U}\right);$$

oder endlich wenn man den Realeffekt der Maschinen, welche das Schiff treiben, in Pferdekräften ausgedrückt mit N_r bezeichnet:

$$(22) \begin{cases} 75 \,.\, N_r = \varepsilon \,.\, \frac{\gamma}{2\,g} \, A\,U^3 \left(\frac{C}{U}\right) \text{ für Metermaß,} \\ 542 \, N_r = \varepsilon \,.\, \frac{\gamma}{2\,g} \,.\, A\,U^3 \left(\frac{C}{U}\right) \text{ für englisches Maß,} \\ 510 \,.\, N_r = \varepsilon \,.\, \frac{\gamma}{2\,g} \,.\, A\,U^3 \left(\frac{C}{U}\right) \text{ für preußisches Maß;} \end{cases}$$

oder mit Berücksichtigung der früher für $\frac{\gamma}{2\,g}$ berechneten Werthe:

$$(23) \begin{cases} 75 \,.\, N_r = 0{,}309 \left[\frac{2}{3} \frac{L}{T} + 2 \, \frac{L}{B}\right] A\,U^3 \left(\frac{C}{U}\right) \text{ für Metermaß.} \\ 542 \,.\, N_r = 0{,}005876 \left[\frac{2}{3} \frac{L}{T} + 2 \, \frac{L}{B}\right] A\,U^3 \left(\frac{C}{U}\right) \text{ f. engl. M.,} \\ 510 \,.\, N_r = 0{,}006388 \left[\frac{2}{3} \frac{L}{T} + 2 \, \frac{L}{B}\right] A\,U^3 \left(\frac{C}{U}\right) \text{ f. preuß. M.} \end{cases}$$

In der Praxis ist es gebräuchlich, die betreffenden Arbeiten, außer in Realpferdekräften, noch in angeblichen oder Nominalpferdekräften $= N_a$ auszudrücken, und zwar so daß

$$\frac{N_a}{N_r} < 1$$

also stets einen echten Bruch und gleichsam einen Ausdruck für den sogenannten Wirkungsgrad bildet.

Aus der Vergleichung von (18) mit (22) folgt übrigens noch, daß die bewegende Arbeit der Ruderräder stets größer als die widerstehende Arbeit des Schiffes ist, und zwar in dem Verhältnisse von $\frac{C}{U}$. Letzterer Werth ist aber den gegenwärtigen Erfahrungen zu folge 1,4 bis 1,5.

Ebenso erkennt man aus (22) daß die Betriebsarbeit einer Schiffsdampfmaschine mit dem Kubus der Fortlaufsgeschwindigkeit des Schiffes wächst, also, unter sonst gleichen Umständen, eine Dampfmaschine von 8 mal mehr Pferdekräften erforderlich ist, wenn man mit doppelter Geschwindigkeit fahren will.

Soll die bewegende Arbeit N_r durch i doppeltwirkende Dampfmaschinen mit Expansion und Kondensation entwickelt werden, so hat man nach der Pambour-Redtenbacher'schen Theorie[1] folgende Gleichungen zu berücksichtigen.

$$(24) \quad \left\{ \begin{aligned} 75 \,.\, N_r &= i O c \left\{ \left(\frac{\alpha_1}{\beta_1} + p \right) h - \left(\frac{\alpha_1}{\beta_1} + r \right) \right\}, \\ S &= i O c \left(\frac{l_1}{l} + m \right) (\alpha_1 + \beta_1 \, p), \\ n_1 &= \frac{30 \,.\, c}{l}, \end{aligned} \right.$$

in welchen bezeichnet:

O den Querschnitt des Zylinders einer Dampfmaschine,

c die mittlere Kolbengeschwindigkeit pro Sekunde,

l den Kolbenweg oder Hub,

l_1 den Kolbenweg bis zur Absperrung,

p Pressung des Dampfes pro Quadratmeter der Kolbenfläche vor der Absperrung,

[1] Die kalorische Maschine 2. Aufl. S. 128.

n_1 Anzahl der Umdrehungen der Krummzapfenwelle pro Minute,

$\alpha_1 = 0{,}1427$ für Hochdruckmaschinen
$\beta_1 = 0{,}0000473$ „ „ $\Big\}, \frac{\alpha_1}{\beta_1} = 3017,$

$\alpha_1 = 0{,}06295$ „ Niederdruckmaschinen
$\beta_1 = 0{,}000051$ „ „ $\Big\}, \frac{\alpha_1}{\beta_1} = 1234,$

S die Dampfmenge in Kilogrammen, welche pro Sekunde auf sämmtliche i Maschinen wirkt,

$$h = \frac{l_1}{l} + \left(\frac{l_1}{l} + m\right) \text{lgnt.} \frac{l + ml}{l_1 + ml},$$

m den Koeffizienten für schädlichen Raum der Maschine, in der Regel 0,05,

r die Pressung pro □Meter Kolbenfläche, um die sämmtlichen passiven Widerstände zu überwinden, bei Kondensationsmaschinen annäherungsweise = 4000 Kilogramm.

Zur weitern Erläuterung folgen hier einige Beispiele.

Beispiel 1. — Mit welcher Geschwindigkeit wird ein Dampfschiff von den Dimensionen des Rainbow fahren können, für welches L = 182,5 Fuß englisch, B = 24,75 Fuß und T = 6,0 Fuß, sowie die Größe der betreffenden beiden Dampfmaschinen (Steeple Engines, mit aufrecht stehenden Zylindern) zu 180 Nominalpferdekräften angegeben wird?

Auflösung. — Wählt man $\frac{C}{U} = 1{,}45$ und nimmt $N_r = 1{,}5 . N_n$, erhält sonach $N_r = 270$, beachtet ferner, daß A = BT = 148,5 (Quadratfuß) ist, so folgt aus (23):

$$542 \,.\, 270 = 0{,}005876\,(\tfrac{2}{3} \,.\, 30{,}41 + 2 \,.\, 7{,}37)\; 148{,}5 \,.\, 1{,}45 \,.\, U^3$$

$$542 \,.\, 270 = 0{,}005876 \,.\, 35 \,.\, 148{,}5 \,.\, 1{,}45 \,.\, U^3$$

$$U = \sqrt[3]{\frac{542 \,.\, 270}{0{,}005876 \,.\, 35 \,.\, 148{,}5 \,.\, 1{,}45}}, \text{ d. i.}$$

$$U = 14{,}89 \text{ Fuß engl.} = 4^m{,}5077,$$

oder da die einem Knoten ($^1/_{120}$ Seemeile, 60 Seemeilen auf 1 Grad) entsprechende Geschwindigkeit pro Sekunde 1,687 Fuß engl. = 0,5144 Meter ist:

$$U = 8{,}82 \text{ Knoten.}$$

Beispiel 2. — Bei der Prüfung eines Rheinschleppdampfschiffes, von L = 90 Fuß engl., B = 14 Fuß und T = 3 Fuß, maß

und beobachtete Dr. Garthe (Prüfung der Leistungsfähigkeit eines Dampfschiffes, Köln 1852):

$A = 32,5$ □Fuß, $a = 51,87$ □Fuß (es tauchten 6 Schaufeln, deren jede 6,5 Fuß Länge und 1,33 Fuß Breite, also 8,645 □Fuß Fläche hatte), ferner $U = V + v = 9,09 + 4,45 = 13,54$ Fuß und $C = 16,45$ Fuß, und nahm ferner an $k = 2,5$. Wie berechnet sich hiernach ε zur Beurtheilung des Schiffswiderstandes, und wie stimmt dieser nach Beobachtungen berechnete Werth mit dem, welchen unter den gegebenen Verhältnissen der Redtenbacher'sche Koeffizient

$$\varepsilon = 0,005875 \left(\tfrac{2}{3} \cdot \frac{L}{T} + 2 \cdot \frac{L}{B} \right)$$

liefert?

Auflösung. — Für den ersten Theil der Aufgabe erhält man aus (21):

$$\varepsilon = \frac{(C - U)^2 \, k \, . \, a}{U^2 \, . \, A} = \frac{(16,45 - 13,54)^2 \, . \, 2,5 \, . \, 51,87}{(13,54)^2 \, . \, 32,5}$$

$$\varepsilon = \frac{1098,1008675}{5658,277} = 0,184.$$

Nach Redtenbacher berechnet sich aber

$$\varepsilon = 0,00605 \, . \, 32,857,$$

$$\varepsilon = 0,199$$

eine Uebereinstimmung, die mindestens den praktischen Werth der Redtenbacher'schen Formel bezeugen dürfte.

Beispiel 3. — Es sind die Hauptdimensionen für zwei Dampfmaschinen eines Schleppdampfschiffes zu berechnen, ferner der erforderliche Brennmaterialaufwand für dasselbe, wenn man weiß (Vulkan, Tafel 55), daß

$L = 150$ Fuß engl. $= 45^m,72$

$B = 19$ „ „ $= 5^m,79$

$T = 33$ Zoll $= 2,75$ Fuß $= 0^m838$ ist, ferner der Durchmesser der Ruderräder 13 Fuß $= 3^m,9624$, die Geschwindigkeit des Schiffes 8 Knoten $= 8.0,5144 = 4^m,1152$, bei 34 Radumgängen pro Minute $p = 4,4.10336 = 45478$ Kilogr. und $\frac{l_1}{l} = \frac{1}{5}$ beträgt?

Auflösung. — Zunächst findet sich $\frac{C}{U} = 1,41$ und ist die

Kolbengeschwindigkeit $c = 4{,}533$ Fuß $= 1^m{,}382$ angenommen. Endlich werde vorausgesetzt, daß zur Produktion von 7 Kilogramm Dampf 1 Kilogramm Steinkohlen erforderlich ist.

Sodann berechnet sich ε zu:

$$\varepsilon = \left(\frac{C}{U} - 1\right)^2 \frac{ka}{A}$$

Nun ist aber $a = 42$ Quadratfuß [1], $A = 52{,}25$ Quadratfuß, $\frac{C}{U} = 1{,}41$ und $k = 2{,}45$, daher:

$$\varepsilon = (0{,}41)^2 . \frac{2{,}45 \ . \ 42}{52{,}25} = 0{,}331,$$

wofür wir nur 0,3 setzen wollen, da die Annahme, daß nur eine Schaufel eintaucht, nicht ganz richtig ist.

Sodann ergibt sich mittelst (22) für Metermaß:

$$N_r = 0{,}68 \ . \ 03 \ . \ AU^3 \left(\frac{C}{U}\right) = 97{,}26,$$

dagegen mit Hülfe von (23)

$$N_r = 103$$

Wählen wir dafür, als Mittelwerth, $N_r = 100$ und nehmen ferner an, daß der Vulkan drei Kohlenschiffe schleppen soll, welche denselben Widerstand im Wasser leisten wie das Dampfschiff selbst, so ergibt sich nach (24):

$75 \ . \ 400 = 2 \ . \ O \ . \ 1{,}382 \ \{(3017 + h) - (3017 + 4000)\}$;

ferner findet man

$h = 0{,}2 + 0{,}25 \ . \ \text{lgnt.} \ {}^{21}/_{5} = 0{,}5587$, folglich mit Beachtung, daß $p = 45487$ ist:

$75 \ . \ 400 = 2{,}764 \ . \ O \ \{27088 - 7017\}$, und hieraus:

$$O = 0{,}540 \text{ Quadratmeter.}$$

Demnach berechnet sich der Durchmesser $= d$ eines der beiden Dampfkolben zu:

$$d = 2 \sqrt{\frac{O}{\pi}} = 0^m{,}83,$$

[1] Jede der 11 Schaufeln hat 9 Fuß Länge und 28 Zoll Höhe. Für gewöhnlich taucht etwas mehr als eine Schaufel vollständig ein, so daß mindestens zu setzen ist: $a = 2.9. \frac{28}{12} = 42$ Quadratfuß.

so wie man für den Dampfverbrauch pro Sekunde erhält:

$$S = 0{,}856 \text{ Kubikmeter},$$

auch endlich für den Brennmaterialaufwand pro Stunde:

440 Kilogramm.

Dampfschleppschiffe. — Bezeichnet $i_1 A_1$ die Querschnittsfläche von i_1 (gleichen) an ein Dampfschiff gehangenen Schleppschiffen und ε_1 den betreffenden Widerstandskoeffizienten, so erfordert zuerst wieder der Beharrungszustand, daß der Bedingung entsprochen werde:

$$(\varepsilon A + \varepsilon_1 i_1 A_1) U^2 = ka [C - U]^2 . C,$$

woraus folgt:

$$(25) \quad \frac{C}{U} = 1 + \sqrt{\frac{\varepsilon A + \varepsilon_1 i_1 A_1}{ka}}.$$

Die erforderliche Anzahl N_r der realen Pferdekräfte berechnet sich dann (für englisches Maß) aus:

$$(26) \quad 542 . N_r = 0{,}005876 \left[{}^2/_3 \frac{L + L'}{T + T_1} + 2 \frac{L + L'}{B + B_1} \right] (A + A_1) U^3 \left(\frac{C}{U}\right),$$

wobei sich die mit einem Apostrophe versehenen Buchstaben auf das Schleppschiff beziehen.

Beispiel. — Wie berechnet sich der Widerstandskoeffizient ε für Rheinschleppschiffe [1], wobei $i_1 A_1 = 85{,}5$ □' ausgemessen wurde, ferner bei dem zugehörigen Dampfschiffe $A = 32{,}5$ □' und $a = 57{,}87$ □' ist, endlich gefunden wurde:

$U = V + v = 3{,}35 + 5{,}0 = 8{,}35$ Fuß und $C = 13{,}04$ Fuß?

Auflösung. — Aus (25) reduzirt man leicht:

$$\varepsilon' = \left(\frac{C - U}{U}\right)^2 \left(\frac{ka - \varepsilon A}{i_1 A_1}\right)$$ und wenn, wie oben, $k = 2{,}5$ und $\varepsilon = 0{,}2$ angenommen wird:

$$\varepsilon' = \left(\frac{13{,}04 - 8{,}35}{8{,}35}\right)^2 . \left(\frac{2{,}5 \;.\; 51{,}87 - 0{,}2 \;.\; 32{,}5}{85{,}5}\right) \text{ d. i.}$$

$$\varepsilon' = 0{,}4515,$$

ein Werth, welcher unbedingt einen Schleppkahn von schlechter Bauart beurkundet.

Schraubendampfschiff. — Die als Treibapparat der Schiffe gegenwärtig angewandte und wie aus Fig. 4, Tafel 56, erhellt am Hintertheile zwischen Achtersteven und Ruder angebrachte Schraube

[1] Dr. Garthe a. a. O. S. 12.

ist zwar, dem äußeren Ansehen nach, nicht unmittelbar einer gewöhnlichen Schraube vergleichbar, wohl aber hinsichtlich ihrer Wirkungsweise, indem sie sich (Fig. 7, Tafel 54) als Rad mit schiefen Flügelflächen, bei der Umdrehung im Wasser wie eine gemeine Schraube verhält, deren Spindel in einer unbeweglichen Mutter läuft, also auch das Ergebniß der Umdrehung eine fortschreitende Bewegung der Schraubenspindel in der Axenrichtung ist. Bei der Schiffsschraube tritt nur, wegen des ausweichenden Wassers als Mutter, die Erscheinung mancher gemeinen Schraube ein, daß sie einen theilweise todten Gang besitzt, d. h. daß die Spindel einen mehr oder weniger beträchtlichen Theil der Umdrehung machen kann, ohne daß dabei ein entsprechendes Fortschreiten derselben eintritt. Man pflegt diese Erscheinung den Rücklauf (slip, recul) der Schraube zu nennen.

Die heutige Schiffsschraube Fig. 13 und 14, Tafel 56, kommt übrigens in der Hauptsache den schiefen Flächen guter Windräder gleich, weshalb auch die Theorie der Schiffsschraube mit der jener Räder übereinstimmt, die, beiläufig gesagt, in größter Allgemeinheit (für Trapezflächen) von Weisbach, im II. Bande seiner bereits 1836 erschienenen „Bergmaschinenmechanik“ behandelt wurde.

Im Nachstehenden folgen wir der zu etwas einfacheren Resultaten führenden Redtenbacher'schen Auffassung der Sache.

Hierzu bezeichne ω die Winkelgeschwindigkeit der Schraube für den Beharrungszustand der Bewegung, dF ein Element vom Inhalte der Schraubenfläche (die Schraube für's Erste eingängig gedacht) in der Entfernung = x von der Drehaxe, U die relative Geschwindigkeit des Schiffes gegen das Wasser und ferner φ den Winkel, welchen eine Tangente an die Schraubenlinie in der Entfernung = x mit einer auf die Axe der Schraube senkrecht gelegten Ebene bildet.

Vermöge seiner Trägheit reagirt das Wasser, sobald die Umdrehung der Schraube in der Pfeilrichtung C, Fig. 14, Taf. 56 erfolgt, mit einem Normaldrucke dN gegen das Flächenelement dF, welcher durch die Gleichung dargestellt wird:

$$dN = \frac{\gamma}{g} . dF (\omega x . \sin \varphi - U . \cos. \varphi)^2$$

Dieser Druck zerlegt sich aber in einen dS, welcher auf das Forttreiben des Schiffes in der Axenrichtung der Schraube wirkt, und in einen Druck dP rechtwinklig auf erstere Komposante stehend,

wodurch der betreffende Theil der Umdrehkraft der Schraubenwelle dargestellt wird. Daher ist:

$$dS = k \cdot \frac{\gamma}{g} dF (\omega x \sin\varphi - U \cos\varphi)^2 \cos.\varphi \text{ und}$$

$$dP = k \frac{\gamma}{g} . dF (\omega x \sin\varphi - U \cos\varphi)^2 \sin\varphi .$$

Beachtet man weiter, daß der Bildungsweise der Schraube entsprechend

$$R \operatorname{tg}\alpha = x \operatorname{tg}\varphi \text{ ist,}$$

wenn R den äußeren Halbmesser der Schraube und α den Winkel bezeichnet, welcher dem φ für die äußere Schraubenlinie entspricht, ferner $dF = n \cdot \frac{x\,dx}{\cos.\varphi}$ ist, und n einen unendlich kleinen Theil von 2π ausdrückt; so ergibt sich zuletzt für die forttreibende Kraft S:

$$S = k \frac{\gamma}{g} (\omega R \operatorname{tg}\alpha - U)^2 . R^2 \pi . f(\alpha) \text{ wobei}$$

$$f(\alpha) = 1 + 2 \operatorname{tg}\alpha^2 . \operatorname{lgnt}. (\sin\alpha) \text{ ist.}$$

Der Beharrungszustand erfordert wieder, mit Bezug auf den Ausdruck (18) für den Schiffswiderstand:

$$(m) \quad \varepsilon \frac{\gamma}{2g} AU^2 = k \frac{\gamma}{g} (\omega R \operatorname{tg}\alpha - U)^2 R^2\pi . f(\alpha),$$

woraus sich leicht reduzirt, wenn nach (16) $\varepsilon \cdot \frac{\gamma}{2g} = K$ und $k\frac{\gamma}{2g} = K_1$ eingeführt wird:

$$(n) \quad \omega R \operatorname{tg}\alpha = U \left\{ 1 + \sqrt{\frac{KA}{K_1 R^2 \pi . f(\alpha)}} \right\}, \text{ oder auch}$$

$$\omega R \operatorname{tg}\alpha - U = U \sqrt{\frac{KA}{K_1 R^2 \pi . f(\alpha)}}$$

Letzterer Ausdruck stellt zugleich den bereits oben erwähnten Rücklauf (slip) der Schraube dar, der auch negativ werden kann, wenn z. B. der Hintertheil des Schiffes recht schlecht konstruirt ist.

Integrirt man das Produkt $x\omega\,dP$, so erhält man die Arbeit $= W$, welche zur Umdrehung der Schraube aufzuwenden ist:

$$(p) \quad W = k \frac{\gamma}{g} R\omega (\omega R \operatorname{tg}\alpha - U)^2 \pi r^2 . \operatorname{tg}\alpha . f(\alpha)$$

Dividirt man ferner mit (m) in (p) und berücksichtigt dabei (n), so folgt zuletzt:

$$(27) \qquad 75 . N_r = K A U^3 \left\{ 1 + \sqrt{\frac{K A}{K_1 \; R^2 \; \pi \; . \; f(\alpha)}} \right\}$$

Aus (n) läßt sich auch die Anzahl $= n_2$ der Schraubenumgänge pr. Minute ableiten zu:

$$(28) \quad n_2 = \frac{60}{2\pi} \cdot U \left\{ 1 + \sqrt{\frac{K A}{K^1 R^2 \pi \; . \; f(\alpha)}} \right\}$$ oder wenn

$$R \; . \; tg\alpha$$

$$\frac{\frac{60}{2\pi} \cdot \; 1 + \sqrt{\frac{K A}{K^1 R^2 \pi \; . \; f(\alpha)}}}{tg\alpha} = \eta$$ gesetzt wird:

$$n_2 = \eta \cdot \frac{U}{R}.$$

So viel als möglich sucht man die Zahl der Schraubenumgänge pr. Minute gleich jener der Kurbelwelle der Dampfmaschine zu machen um die kostspieligen Räderübersetzungen zu ersparen, d. h. man sucht mit Bezug auf (24) die Bedingung zu erfüllen:

$$(29) \qquad \frac{30 \; . \; c}{l} = \eta \; . \; \frac{U}{R}.$$

In keinem Falle darf jedoch der Hub l in ungünstigem Verhältnisse zum Durchmesser des Dampfkolbens stehen.

Zum Schlusse werde jetzt noch untersucht ob ein und dasselbe Dampfschiff eine größere oder kleinere Dampfmaschine bedarf, je nachdem es durch Ruderrad oder Schraube bewegt wird.

Hierzu wählen wir als Beispiel das dem norddeutschen Lloyd gehörige schöne Schraubenschiff „Bremen" ($18^{57}/_{58}$ von Caird in Greenock erbaut), welches bei 333 Fuß Decklänge und 33 Fuß größter Höhe folgende Dimensionen hat:

$L = 318$ Fuß, $B = 40$ Fuß, $T = 18{,}5$ Fuß

$A = 740$ Quadratfuß, daher $\frac{L}{B} = 7{,}95$, $\frac{L}{T} = 17{,}19$, $\frac{T}{B} = 0{,}465$. Die dreiflüglige Schraube hat 17 Fuß äußern Durchmesser und ihr äußerstes Element 28 Fuß Steigung, so daß

$$tg. \; \alpha = \frac{h}{2 R \pi} = \frac{28}{17 . \; 3{,}14} = tg. \; 31^\circ \; 38', \text{ oder}$$

$$\alpha = 31^\circ \; 38' \text{ ist.}$$

Ferner auch:

$$\frac{R}{T} = 0{,}462;\ R = 0{,}215 \,.\, B;\ R^2 \pi = 0{,}155 \,.\, B^2;$$

$$A = 0{,}462 \,.\, B^2$$

$$f(\alpha) = 1 + 2\ tg^2\ (31^\circ\ 38')\ lgnt.\ sin\ (31^\circ\ 38');$$

$$f(\alpha) = 1 - 1{,}757 \,.\, 0{,}645 = 0{,}4895.$$

Sodann:

$$K = 0{,}005876 \left(\frac{2}{3} \cdot 17{,}19 + 2 \,.\, 7{,}95\right) = 0{,}005876.\ 27{,}36 = 0{,}161;$$

$$\text{so wie } K^1 = \frac{125}{51} = 2{,}45, \text{ folglich}$$

aus (27):

$$542\ N_r = 0{,}161 \,.\, AU^3 \left\{ 1 + \sqrt{\frac{0{,}161 \,.\, 0{,}462}{2{,}45 \,.\, 0{,}155 \,.\, 0{,}4895}} \right\}, \text{ d. i.}$$

$$542.\ N_r = 0{,}161 \,.\, 1{,}6352 \,.\, AU^3 \text{ für das Schraubenschiff.}$$

Dagegen, wenn $\left(\frac{C}{U}\right) = 1{,}5$, nach (22):

$$542.\ N_r = 0{,}161 \,.\, 1{,}50 \,.\, AU^3 \text{ für das Ruderradschiff.}$$

Daher das Leistungsverhältniß:

$$\frac{\text{Ruderrad}}{\text{Schraube}} = \frac{15000}{16352} = 0{,}90$$

Für den betreffenden Fall stellt sich sonach das Ruderrad vortheilhafter als die Schraube heraus, wobei jedoch nicht unbeachtet bleiben darf, daß dieser Schluß schon anders ausgefallen sein würde, hätte man für $\frac{C}{U}$ ein kleineres Verhältniß als 1,5 in Rechnung gebracht. So gibt Gaudry (a. a. O. T. II. S. 465) eine Zusammenstellung der Werthe von $\frac{C}{U}$ für verschiedene Meer- und Flußschiffe, wobei sich die kleinsten Werthe zu 1,35, die größten zu 1,70 herausstellen.

Entschiedene Vortheile der Schraube sind dagegen, daß sie, bei nicht zu flachem Wasser in Anwendung gebracht, stets eintaucht, welche Bewegung das Schiff auch immer annehmen mag, wogegen bei Ruderrädern die Eintauchung höchst veränderlich und sodann dem Fortlaufe des Schiffes nachtheilig ist, weshalb bei starkem Wellenschlage das Schraubenschiff leichter gesteuert werden kann; ferner

daß sie den Schiffen keine, namentlich bei Gegenwinden, schädliche größere Breite geben, wie solche durch Räder und Radkasten veranlaßt wird; die Betriebsmaschinen niedriger gelegt und so konstruirt werden können, daß sie weniger Platz einnehmen; und endlich bei Kriegsschiffen der Treibapparat den feindlichen Kugeln minder ausgesetzt ist.

Nachtheile der Schrauben sind jedoch, daß sie eine große Umfangsgeschwindigkeit (50 bis 112 Umgänge per Minute) verlangen, daher ihre Wellen besonders gut gelagert sein, auch überdies gegen den bereits oben bezeichneten Schub = S in der Achsenrichtung l durch besondere Lagerringe, Holzfutter (Artizan 1856, s. Fig. 5, Taf. 54 bei H) geschützt werden müssen, demungeachtet aber nur allzuoft warm laufen und allerlei Abnutzungen mit sich führen; daß sie deshalb, um nicht zu große Kolbengeschwindigkeiten der Betriebsdampfmaschinen anordnen zu müssen, Zahnradübersetzungen erfordern, die kostspielig und zerbrechlich sind: daß die Schraubenflügel leicht abbrechen und das Einsetzen einer frischen Schraube des völligen Eintauchens wegen nicht zu den leichtesten Arbeiten gehört. (Durch Mechanismen stellbare und auszuhebende Schrauben scheinen zur Zeit sich noch nicht wie man wünschen müßte bewährt zu haben.)

Mit großem Vortheile benutzt man indessen die Schraube zur Unterstützung der Bewegung großer Segelfregatten und Linienschiffe, besonders bei lange dauernden Seereisen. In letzteren Fällen muß nämlich ein bedeutender Vorrath von Brennmaterial mitgenommen werden, wodurch das Schiff im Anfange der Reise ungewöhnlich belastet ist und, wenn man Ruderräder anwendet, deren Schaufeln zuerst so tief eingreifen, daß dadurch die Geschwindigkeit der Fahrt sehr beeinträchtigt wird. Vermindert sich nahe dem Ende der Reise das Brennmaterialquantum, so taucht das Schiff weniger tief, die Räder greifen nicht weit genug ins Wasser, finden dort nicht den gehörigen Halt, und es tritt durch zu viel Hübe ein unnöthiger Dampfverbrauch ein.

Wie bedeutend das Gewicht an Brennmaterial bei transatlantischen Schiffen ist, wird aus folgenden Beispielen erhellen. Das englische Schraubendampfschiff Himalaya (1853 erbaut, von 350 Fuß Länge, 46$^1/_6$ Fuß Breite, 34$^3/_4$ Fuß Höhe und 3550 Tons Ladungsfähigkeit, für 400 Kajütenpassagiere bestimmt) hat Raum für 10000 Ztr. Frachtgut, überdies aber Raum für 24000 Ztr. Kohlen. Das

Riesenschiff „Leviathan" Fig. 1 und 2, Tafel 56, (1857 erbaut, 83 F. Breite, und 60 F. Höhe vom Kiel bis zum oberen Deck, von 22500 Tons Ladungsfähigkeit) bedarf für seine australische Fahrt, um nicht anhalten und die enormen Kohlenpreise auf den indischen Kohlenstationen bezahlen zu müssen, 11379 Tons Kohlen.

Bei Seeschiffen, die allein durch Dampf getrieben werden sollen, wo man also auf Unterstützung durch Wind und Segel wenig Werth legt, der Tiefgang des Schiffes nur gering ist, viel Takelwerk und hohe Masten vorhanden sind, welche bei Gegenwind die Fahrt aufhalten, wendet man wieder vortheilhaft die Schaufelräder als Triebmechanismen an.

Die geeignete Anwendung der Schraube bei nicht sehr tiefen Flüssen hat bis jetzt noch nicht gelingen wollen, obwohl man sich bestrebte die hier zulässige geringe Tauchung (also auch nur kleine Schraube) durch Anbringen von zwei Schrauben neben einander am Hintertheile (The Engineer, 18. Juni 1858, S. 458), sowie durch anderweitige Verbesserungen der Schraube selbst (Holm's Triebschraube: Mittheilungen des hannov. Gewerbevereins 1855, S. 324) die natürlichen Hindernisse zu beseitigen. Man sehe auch die desfalligen Bemühungen der Franzosen, insbesondere die von Gâche ainé in Nantes (Armengaud Publication industrielle, Tome X, p. 111). —

Um rascher als mit den obigen Formeln die realen Pferdekräfte annäherungsweise zu berechnen, welche zur Hervorbringung des Fortlaufes eines Schiffes im Beharrungszustande (bei ruhigen Wellen und nicht hoher See) erforderlich sind, bedient man sich sehr oft der Formel (22) aus welcher man erhält, wenn zugleich $\frac{C}{U} = 1{,}5$ angenommen wird:

$$(30) \begin{cases} N_r = 1{,}020 \,.\, \varepsilon \,.\, A\,U^3 & \text{für Meter} \\ N_r = 0{,}00268 \,.\, \varepsilon \,.\, A\,U^3 & \text{für engl. Maß} \\ N_r = 0{,}003105 \,.\, \varepsilon \,.\, A\,U^3 & \text{für preuß. Maß.} \end{cases}$$

Hierbei ist ε wie nachbemerkt zu wählen [1]:

für Meerdampfschiffe (nach Campaignac) von

12 bis 220 Pferdekräften $\varepsilon = 0{,}107$ bis $0{,}073$,

[1] Gaudry, Traité des machines à vapeur Tome II, pag. 451. Um ε zu erhalten sind die dortigen Werthe mit $\frac{60}{51}$ zu multipliziren.

für gut geformte Dampfschiffe auf Meeren, Seen und tiefen Flüssen $\varepsilon = 0{,}187$ bis $0{,}117$,

für sehr lange Flußschiffe, wobei Gaudry gefunden haben will, daß ε mit der Geschwindigkeit wächst $\varepsilon = 0{,}2$ bis $0{,}56$,

bei mehreren der neuen amerikanischen Klipper nach Claudel $\varepsilon = 0{,}06$

Beispiel. — Wie berechnet sich nach vorstehenden Formeln (30) die Zahl der realen Pferdekräfte für das Schraubenschiff des norddeutschen Lloyd „Bremen", da für dasselbe $H = 740$ □Fuß englisch, die Geschwindigkeit aber ($13^1/_3$ Knoten) 22,13 Fuß engl. ist und $\varepsilon = 0{,}15$ genommen werden kann.

Auflösung. — Man erhält ohne Weiteres:

$$N_r = 0{,}00268 \, . \, 0{,}15 \, . \, 740 \, . \, (22{,}13)^3 = 3224,$$

was mit der frühern Berechnung verhältnißmäßig gut stimmt. Da zugleich die Nominal-Pferdekraft N_n des Schiffes „Bremen" zu 700 angegeben wird, so folgt hier

$$\frac{N_n}{N_r} = \frac{700}{3224} = 0{,}21.$$

Bei der völligen Unbestimmtheit und grenzenlosen Willkür, womit die Angabe der sogenannten Nominal-Pferdekräfte geschieht, darf dies Resultat bei einem großen Schiffe nicht befremden.

Dimensionen der Dampfschiffe. — Nach Gaudry und Redtenbacher hat die Erfahrung, für gewisse Hauptdimensionen der Dampfschiffe, folgende Verhältnißzahlen gelehrt:

$\frac{L}{B} = \frac{\text{Länge des Schiffs in der Schwimmebene}}{\text{Breite eben daselbst}}$ { 6— 8 für Meerschiffe; 12—16 „ Flußschiffe

$\frac{T}{B} = \frac{\text{Tauchung des Schiffs}}{\text{Breite desselben}}$ { 0,40 für Meerschiffe; 0,18 „ Flußschiffe

$\frac{H}{B} = \frac{\text{Höhe des Schiffs}}{\text{Breite desselben}}$ { 0,64 für Meerschiffe; 0,50 „ Flußschiffe

Ruderräder.

$\frac{D}{B} = \frac{\text{Raddurchmesser}}{\text{Breite des Schiffs}}$ 0,73 Meer- u. Flußschiffe

Eintauchung der obern Kante einer Schaufel { großer Meerschiffe : $0^m{,}36$ bis $0^m{,}42$; kleiner „ : $0^m{,}24$ — $0^m{,}36$; Flußschiffe : $0^m{,}02$ — $0^m{,}04$

$\frac{b}{B} = \frac{\text{Länge einer Schaufel}}{\text{Breite des Schiffes}}$ . . . . . . { 0,33 für Meerschiffe; 0,37 „ Flußschiffe

$\frac{a}{b} = \frac{\text{Schaufelhöhe}}{\text{Schaufellänge}}$ . . . . { 0,234 Meerschiffe; 0,20 Flußschiffe

$\frac{i}{D} = \frac{\text{Anzahl der Schaufeln eines Rades}}{\text{Durchmesser eines Rades}}$ . . . { 2,7 Meerschiffe; 3 bis 3,3 Flußschiffe

Schrauben.

$$R^2 \pi = \frac{1}{8} A \text{ oder } R = 0{,}5 . T = 0{,}2 . B$$

$\frac{h}{D} = \frac{\text{Steigung der Schraube}}{\text{Durchmesser}}$ . . . . } 1,25 bis 1,83.

Zur Beurtheilung des Gewichtes von englischen Niederdruck-Dampfmaschinen bietet folgende von Dr. Garthe mitgetheilte Tabelle einen Anhaltspunkt:

Systeme.	Zahl der Pferdekräfte.	Gewicht der Maschinen in engl. Zentner.	Erbauer.
Balanciermaschinen mit gewöhnlichem Kessel	40	760—800	Maudslay, Miller, Ravenhill und Seaward.
	60	1140—1200	
	80	1520—1600	
	100	1900—2000	
	120	2280—2400	
Oszillirende Zylinder mit Röhrenkessel	40	380—400	Penn u. Son oder die Vorigen.
	60	570—600	
	80	760—800	
	100	950—1000	
	120	1140—1200	

Folgende zwei Beispiele sind den Admiralitätsvorschriften über die zu erbauenden Schiffe für die königlich englische Marine (Murray: Marine Engines p. 187 und 194) entlehnt:

	Zwei senkrecht stehende Zylinder ohne Balanciere.	Vier horizontalliegende Zylinder direkt wirkend.
Gesammtkraft beider Zylinder	260 Pferde	450 Pferde
Gewicht der Maschinen . .	80 Tons (à 20 Ztr.) . .	127 Tons
Röhrenkessel mit Zubehör .	45 „	55 „
Wasser im Kessel	30 „	45 „

Kohlenbehälter	10 Tons	15 Tons
Ruderräder	13 „	30 „
Verschiedenes	12 „	18 „
	Total 190 Tons	290 Tons

Ort der Maschinen und Kessel. — Damit das Schiff überall gleich tief taucht, ist es nicht gleichgültig, wohin der Schwerpunkt von Maschinen und Kesseln zu liegen kommt, namentlich bei Flußschiffen, wo der Kiel eine horizontale Linie bilden soll. Eine einfache Rechnung führt hier leicht zum Ziele.

Es bezeichne D in Fig. 16, Taf. 56, den Schwerpunkt des Schiffes sammt Ausrüstung, jedoch ohne Maschine und Kessel, S das Gewicht dieser ersten Theile und x_s den Horizontalabstand des Punktes D vom Hinter-Endpunkte des Kieles; ferner M das Gewicht von Maschinen und Kessel und x_m den Horizontalabstand des betreffenden Schwerpunktes von A, so wie endlich Q das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit (γ.𝔙) und wieder x_q den Schwerpunktsabstand in gleicher Weise von A.

Nach bekannten statischen Sätzen erhält man sodann für ⅙ Gleichgewicht ohne Weiters die Gleichung:

$$M \cdot x_m + S \cdot x_s = Q \cdot x_q, \text{ oder weil}$$

$$Q = M + S \text{ ist:}$$

$M \cdot x_m + S \cdot x_s = (M + S)\, x_q$ und daher die gesuchte Entfernung:

$$(31)\quad x_m = \frac{(M + S)\, x_q - S \cdot x_s}{M}$$

Bemerkt zu werden verdient hier noch, daß man in der Regel Meerschiffe am Hintertheile etwas mehr als am Vordertheile tauchen läßt, damit, wenn der Wind auf die Segel wirkt, der Kiel eine horizontale Lage hat.

Beispiel: — Für das Dampfschiff Rainbow berechneten wir früher $Q = 407$ Tons und $x_q = 87{,}6$ Fuß. Da nun das Gewicht der Maschine nebst Kessel und Zubehör und Ruderrad $M = 130$ Tons anzunehmen ist, ferner das Gewicht des Schiffes einschließlich seiner Ausrüstung $S = 277$ Tons beträgt und weiter der Schwerpunkt von S in der Entfernung $x_s = 89$ Fuß liegt, so berechnet sich der Ort des Schwerpunktes von Maschinen und Kesseln zu

$$x_m = \frac{407 \cdot 87{,}6 - 277 \cdot 891}{130} = \frac{35653{,}2 - 24680,}{130} \text{ d. i.}$$

$$x_m = \frac{10972,5}{130} = 84,4 \text{ Fuß.}$$

Allgemeine Anordnung (Disposition) der Schiffsdampfmaschinen. — Sie ist für den Konstrukteur hinsichtlich Raumersparniß und Dimensionsverhältnissen bei Aufwendung möglichst weniger Arbeit zur Ueberwindung von Reibungen, leichter Zugänglichkeit zu allen beweglichen Theilen eben so wichtig, wie für den Laien, der sich schnell einen Ueberblick bei Betrachtung der Maschinerie eines Dampfschiffes verschaffen will.

Die Zweckmäßigkeit der einen oder andern Dispositionsart hängt vor Allem davon ab, ob der Treibapparat des Schiffes ein Ruderrad oder eine Schraube ist, ferner, ob man ein Personen-, Fracht- oder Schleppschiff vor sich hat, ob mit der betreffenden Maschinerie ein Handels- oder ein Kriegsschiff ausgerüstet werden soll u. dgl. m.

Sieht man von den Tafel 54, Fig. 9 bis Fig. 19 abgebildeten und weiter unten ausführlich beschriebenen Maschinen mit schwingenden Zylindern ab, so findet sich leicht, daß die Lage der Dampfzylinder die Basis für die ganze Aufstellung der Maschinerie abgibt.

Entweder stehen die Dampfzylinder vertikal mit nach oben arbeitenden Kolbenstangen, wie bei den alten Balanciermaschinen (Hauptwerk Taf. 58 und 59), bei den Balanciermaschinen der Amerikaner Fig. 8 (Taf. 56), bei der direkt wirkenden Maschine Fig. 1 und 2 (Taf. 54), dabei überall die gekröpfte Ruderradwelle über sich habend; oder es sind die Dampfzylinder vertikal unbeweglich aufgehangen (Glockenmaschinen, inverted cylinders, over-head system) und die Kolbenstange nach unten arbeitend, wie Fig. 4 (Taf. 56) erkennen läßt, wobei der Treibapparat eine Schraube ist.

Eine zweite Gattung bilden die Maschinen mit horizontalliegenden Zylindern, wie Fig. 5 (Taf. 56) und Fig. 4—6 (Taf. 54), beide höchst geeignet für Schraubenschiffe, der tiefen Lage wegen, insbesondere bei Kriegsschiffen, wo man mit den Maschinen unter die Wasserlinie zu kommen trachtet.

Die dritte Gattung wird von den Maschinen mit schräg liegenden Dampfzylindern gebildet, wie Fig. 3 (Taf. 56) für ein Schraubenschiff, Fig. 12 (derselben Tafel) für ein Ruderradschiff und Fig. 1 und 5 (Taf. 55) für ein Schleppdampfschiff zeigt. Hierbei wird zwar eine gute Vertheilung der Masse erzeugt, aber viel Raum erfordert,

weshalb sich diese Anordnung fast nur für letztern Zweck (zum Schleppen) empfiehlt.

Bemerkenswerth dürfte es schließlich noch sein, daß man für den Ruderradbetrieb des Leviathan, Fig. 1 und 2 (Taf. 56) oszillirende Dampfzylinder und für die Bewegung der Schraube (vier) horizontal einander gegenüber liegende Zylinder gewählt hat, womit jedoch keineswegs ein Muster zur Nachahmung für alle ähnlichen Fälle gegeben sein dürfte.

Zu den nur übersichtlich besprochenen Abbildungen auf Taf. 56 folgen hier noch einige Erläuterungen:

Fig. 3 zeigt die Disposition, welche neuerdings insbesondere Gâche ainé in Nantes für Schraubenschiffe ausführt, sobald der Hauptspantenschnitt der in Fig. 3 angegebenen Form nahe kommt, die früher aber auch schon von Stothert in England und von Carlsund in Schweden in Anwendung gebracht wurde. Dabei sind a die Dampfzuführrohre für die beiden Zylinder b, deren Axen unter 45 Grad geneigt sind; c die Röhren, welche den abziehenden Dampf der Maschine nach dem Kondensator d leiten. Die hierbei angewandten Mechanismen (eine Art von Klinkenwerke) zum rück- und vorwärts fahren, stehen an Einfachheit und Sicherheit den auf Taf. 54 abgebildeten und weiter unten beschriebenen (Stephenson's Couliſſe und Penn's Bügel) bei weitem nach. Wir verweisen daher für das Studium der Umsteuerungen von Gâche auf unsere Quelle: Armengaud, Publication industrielle, T. 10, p. 116 und 121.

Fig. 4 zeigt die Disposition der Maschine eines zwischen Leith (Edinburgh) und den Orkney-Inseln fahrenden Schraubenschiffes (Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, 1849, S. 97), wie solche namentlich von Caird in Greenock (neuerdings auch bei dem schönen Schraubenschiffe „Bremen", des norddeutschen Lloyd) ausgeführt wird, außerdem aber auch noch von Thomson, Miller, Ravenhill u. Comp. (Bourne: Screw Propeller p. 210).

Man hält diese Anordnung (nächst Penn's Trunk-Engine) für die beste bei Schraubenschiffen, dem unbedingt nur zuzustimmen sein wird, sobald es sich nicht darum handelt, die Maschinerie völlig unter die Wasserlinie zu bringen.

Die Abbildung läßt gleichzeitig einen Theil der Längenansicht des Schiffes erkennen, dabei die Seitenwände so weit weggedacht, daß

Kessel a, Maschine b, Well-Leitung c und Schraube d zur Kenntnißnahme ihrer Anordnung sichtbar sind. Der feste Punkt, gegen welchen hier die forttreibende Kraft der zweiflügligen Schraube wirkt, liegt in den Axlagern k, unmittelbar hinter der Maschine b. Auf der Axe selbst sitzen vier feste eiserne Ringe, die in eben so viel feste Vertiefungen (siehe auch Fig. 5, Taf. 54) des messingenen Lagers greifen, wodurch die Reibung auf viele Punkte vertheilt wird.

Die Anordnung Fig. 5 (Taf. 56) gilt bei vielen Konstrukteuren als eine der vorzüglichsten. Unsere Abbildung ist der schönen von Mazeline in Havre erbauten französischen Schraubenkorvette „La Biche" entlehnt (Armengaud: Publication industrielle, 7. Vol. Pl. 39 und 40). Gedrängtheit der Konstruktion, ohne die Theile unzugänglich zu machen und auf zu kurze Lenkstangen zu kommen, zeichnet dies System vor vielen anderen aus. In England haben diese Anordnung mehrfach angewandt: Maudslay Sons and Field (jedoch mit zwei Paar neben einander liegenden Zylindern), wie auch Watt in Soho und London beim Leviathan, ferner Miller, Ravenhill u. Comp.

Jeder Dampfzylinder ist hierbei mit zwei in diagonaler Richtung angebrachten Kolbenstangen a a versehen, wie dies besonders aus der Seitenansicht Fig. 7 erhellt. An den äußersten Enden der Kolbenstangen werden beide durch einen gemeinschaftlichen Kreuzkopf b vereinigt und geht von der Mitte des letzteren eine Lenkstange c rückwärts nach der Kurbel D (Fig. 6 besonders gezeichnet), so daß ein System entsteht, welches man mit dem Namen „Kirchthurm-Maschinen" (Steeple Engines) zu bezeichnen pflegt, des natürlich hohen Baues wegen, welchen man erhält, sobald man die Dampfzylinder aufrecht stellt, wie dies z. B. bei den Maschinen des mehrfach erwähnten Dampfschiffes Rainbow (Tredgold: Steam Navigation, Appendices) der Fall ist. Der Kondensator liegt unter den Zylindern und die doppelt wirkende Luftpumpe k ist direkt durch einen Arm mit vorbemerktem Kreuzkopfe b verkuppelt, hat also mit dem Dampfkolben einerlei Hub, was bei den hierbei angewandten Ventilen aus vulkanisirtem Kautschuk ohne Nachtheil ist.

Um das Verhältniß von Kolbenhub und Kolbendurchmesser möglichst günstig zu machen, und dennoch eine große Zahl von Umgängen für die als Treibapparat vorhandene zweiflüglige Schraube zu

erhalten, hat man auf die Kurbelaxe die Zahnräder pp gekeilt, welche gleichzeitig in das Stirnrad q greifen, das auf der Schraubenwelle steckt.

Die sogenannte amerikanische Disposition, Fig. 8, bedarf kaum einer Erklärung, da man ohne Weiteres das starke hölzerne Bockgestell a erkennt, welches den zum Deck des Schiffes herausragenden Balancier b (aus schmiedeeisernen Rippen nach dem Sprengsystem gebildet) trägt, woran einerseits die Kolbenstange c (punktirt angegeben) des Dampfzylinders d, andererseits die (gesprengte) Lenkstange f hängt, welche unmittelbar die Kurbel h der gekröpften Ruderradwelle trägt. Diese Anordnung gehört in Amerika keineswegs der Vergangenheit an, indem noch vor Kurzem (1858) das amerikanische Schiff „Erikson" in ganz gleicher Weise ausgerüstet in Bremerhafen vor Anker lag. Höchst wahrscheinlich schätzen die betreffenden amerikanischen Konstrukteure den Vortheil langer Lenkstangen höher als alle Nachtheile, die mit einem derartigen Hochbaue erwachsen müssen.

Eine namentlich für Schleppschiffe empfehlenswerthe Aufstellungsart und Konstruktion (wenn man der noch besseren von C. Waltjen, (Taf. 55) nicht folgen wollte), zeigt Fig. 12 (Taf. 56), welche nach dem Wissen des Verfassers zuerst bei dem auf der Sterkerader Hütte ausgeführten Rheindampfschiffe „Kronprinz von Preußen" in Anwendung gekommen zu sein scheint.

Statt des sonst üblichen schweren gußeisernen Maschinengerüstes hat man hier ein leichtes, zierliches Gerüst aus Schmiedeeisen eingebaut. Die Maschine arbeitet mit hohem Druck und ist nach dem sogenannten Woolf'schen (zweizylindrigen) Systeme konstruirt. Von den beiden schräg gestellten Dampfzylindern ist a der für den Hochdruckdampf (von 1 Fuß 8 Zoll preuß. Durchmesser), b der Niederdruckzylinder (von 3 Fuß Durchmesser). Die Dämpfe unterhalb des Hochdruckzylinders kommuniziren bei dem gezeichneten Kolbenstande durch das Rohr c mit dem Raum im Zylinder b oberhalb des Kolbens, während die bereits benutzten, unterhalb des Niederdruckzylinders sich befindenden Dämpfe in den Kondensator d strömen, u. s. f. Auch hier müssen wir, hinsichtlich weiterer Auseinandersetzungen, des beschränkten Raumes wegen auf unsere Quelle verweisen: „Sammlung von Zeichnungen ausgeführter Dampfkessel und Dampfmaschinen", von Nottebohm bearbeitet, Berlin 1841, S. 64.

Die für den Leviathan gewählte Disposition, hinsichtlich Dampfmaschinen, Treibapparate, Kessel u. s. w. erhellt aus Fig. 1 u. 2, Taf. 56.

a, a sind die vier horizontal einander gegenüberliegenden Dampfmaschinen zum Schraubenbetriebe, jeder festliegende Zylinder von 84 Zoll Durchmesser und 4 Fuß Hub, 45 bis 50 Hübe pro Minute; b b vier oszillirende Zylinder (je ein Paar zusammenarbeitend) von 74 Zoll Kolbendurchmesser und 14 Fuß Hub, pro Minute 16 Hübe: in beiden Fällen mit 25 Pfund pro Quadratzoll Ueberdruck, die oszillirenden Maschinen b außerdem mit Absperrung arbeitend. c die Wellleitung zur Schraube d, deren kurzes 48 Fuß langes Wellstück c' einen Durchmesser von 24 Zoll hat. Die Schraube ist vierflügelig, hat 24 Fuß Durchmesser und 37 Fuß Steigung.

Die Ruderräder e haben jedes 56 Fuß Durchmesser, 30 Schaufeln von je 13 Fuß Breite und 3 Fuß Höhe; der Hals der Ruderradwelle, worauf die betreffende Rosette festgekeilt ist, hat eine Stärke von 26 Zoll.

In Bezug auf die oszillirenden Maschinen ist noch zu erwähnen, daß jedes Paar für sich, mit Krummzapfen, Kondensation und Luftpumpen, ein vollständiges Ganzes bildet, auch selbst jeder einzelne Zylinder beliebig ausgelöset werden kann. Die Kröpfung k der Hauptwelle f, ist die Stelle, von wo die darunter liegenden Luftpumpen ihre Bewegung erhalten. Andere Pumpen als Luftpumpen werden weder von den Schrauben- noch Ruderradmaschinen betrieben, vielmehr sind in den Räumen r, Fig. 2, entsprechende Hülfsdampfmaschinen (12 Stück) aufgestellt, die auch sonst auf dem Schiffe erforderliche Arbeiten, wie Aufwinden der Anker, Heben von Gütern ꝛc. verrichten müssen.

Nach Nominal-Pferdekräften geschätzt, sind überhaupt folgende Arbeits-Dampfmaschinen aufgestellt:

4	Maschinen	für die Schraube . .	=	1700
4	„	„ „ Ruderräder . .	=	1350
2	„	„ Ankerwinden und verschiedene kleine Pumpen	=	60
2	„	um die Schraube leer laufen lassen zu können .	=	40
10	„	zum Füllen der Kessel .	=	100
22	Maschinen	mit		3250 Nom.-Pferdekräften.[1]

[1] Die Zahl der Realpferdekräfte wird zu 11500 angegeben.

Für die Schraubenmaschinen sind sechs Paar Röhrenkessel m,m Fig. 1 und 2 vorhanden, jedes Paar mit 8500 Quadratfuß Röhrenheizfläche (1680 Messingröhren von 3 Zoll äußerem Durchmesser und 5 Fuß 6 Zoll Länge) und 406 Quadratfuß Roststläche. Das Gewicht eines jeden Doppelkessels beträgt 190 Tons, einschließlich 90 Tons Wasser. Die Schornsteine n sind 100 Fuß hoch.

Von den vier Paar Kesseln p der Ruderrad-Dampfmaschinen hat jedes Paar 8000 Quadratfuß Röhrenfläche, 400 Quadratfuß Roststläche und Schornsteine q von gleichfalls 100 Fuß Höhe.

Was schließlich die Geschwindigkeit des Schiffes anlangt, so hofft man bei 28 Fuß Tiefgang, beladen (zu 18500 Tons registrirt) und überhaupt seefertig, wo der Hauptspantenschnitt reichlich 2000 Quadratfuß eingetauchten Querschnitt besitzt, pr. Stunde mindestens 12½ englische Meilen durch die Ruderräder allein erreichen zu können, während die Schraubenmaschinen allein eine Geschwindigkeit von 14 englischen Meilen pr. Stunde erzeugen dürften. Wie sich beide Treibapparate in ihrer Zusammenwirkung verhalten, weiß man mit Sicherheit nicht voraus zu bestimmen, da wohl Versuche vorliegen, wie sich ein und dasselbe Schiff zeigt, wenn entweder Ruderrad oder Schraube den Treibapparat bildet, nicht aber wenn beide zugleich arbeiten. Sowohl in dieser Hinsicht, wie in vielen anderen Beziehungen, wird der Leviathan der Gegenwart und Nachwelt Erfahrungen liefern, die allein geeignet sind, dies sonst viel verleumdete Schiff zu einem höchst beachtungswerthen Gegenstande für den Schiff- und Maschinenbauer, für den Kaufmann und Seemann zu machen.

Weitere konstruktive Angaben über dies Schiff, begleitet mit recht guten nach Maß aufgetragenen Zeichnungen der Maschinen, Kessel u. s. w., finden sich im Artizan Jahrgang 1856 (Schraubenmaschinen S. 121 Plate 74, 80, 85 und 86) und Jahrgang 1857 (Ruderradmaschinen: S. 49 sowie Plate 90 und 91), sowie gleichfalls Jahrgang 1857 (Kessel abgebildet auf Plate 97 und 101).

Schiffsdampfmaschinen. — Die im Hauptwerke S. 54 beschriebenen und Taf. 58 und 59 abgebildeten Schiffsdampfmaschinen mit Balancier (Schwingbaum) sind im Wesentlichen auch heute noch so angeordnet und konstruirt wie dort angegeben. Des großen Gewichtes der Schiffsdampfmaschinen und der höhern Kosten, endlich aber besonders der Raumersparniß wegen, suchte man jedoch seit jener Zeit,

vielleicht mit Ausnahme der Amerikaner, wo nur möglich Maschinen ohne Balancier zu Schiffsdampfmaschinen zu verwenden, die man zugleich mit dem allgemeinen Namen **direkt wirkende** Dampfmaschinen zu bezeichnen pflegt.[1] Auf Tafel 54 sind einige der vorzüglichsten Konstruktionen von derartigen Schiffsmaschinen speziell dargestellt, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß alle die unbeachtet gelassen wurden, welche sich entweder von der gewöhnlichen Dampfmaschine nur in der Aufstellung unterscheiden wie die des Fig. 4 (Tafel 56) abgebildeten Overhead-Systems, oder derartig komplizirt und unpraktisch angeordnet sind, daß eine Aufnahme derselben (bei dem an sich höchst beschränkten Raume) hier als unstatthaft erschien.

Man kann sämmtliche zur Zeit vorkommende direkt wirkende Schiffsdampfmaschinen in drei Klassen theilen, wenn man als Eintheilungsgrund die Art und Weise der Kolbenstangenführung wählt. Entweder erfolgt diese Führung durch ein System von Hebeln wie bei Fig. 1, Tafel 54; oder direkt dadurch, daß sich feste Körper, Kreuzköpfe und dergl. in entsprechenden Bahnen bewegen, während mit beiden die Kolbenstange in geeigneter Weise verbunden ist. Beispiele dieser Klasse zeigen Fig. 2 und Fig. 6, Taf. 54. Endlich bilden die dritte Klasse die „oszillirenden Maschinen", wobei die Zylinder um horizontalliegende hohle Zapfen drehbar gemacht sind, und die Schwingungen unmittelbar der Krummzapfenbewegung folgen.

Eine der ältesten, aber zu ihrer Zeit sehr beliebte Klasse direkt wirkender Maschinen ist die bereits erwähnte Fig. 1, Taf. 54, welche zuerst auf den Schiffen der englischen Kriegsmarine „Gorgon" (310 Pferdekräfte) und „Cyclops" (320 Pferdekräfte) in Anwendung gebracht wurde und aus der bekannten Maschinenfabrik von Seaward, Capel und Comp. hervorging. Dieser Umstand wurde Veranlassung, ähnliche Maschinen überhaupt mit den Namen „Gorgon

[1] Im Allgemeinen ist anzunehmen, daß bei den meisten direkt wirkenden Maschinen, gegenüber den Balanciermaschinen, der erforderliche Raum um ein Drittel und das Totalgewicht um zwei Fünftel vermindert ist, so daß, wenn bei Balanciermaschinen einschließlich Kessel und Wasser pro Pferdekraft 20 Zentner Gewicht gerechnet wird, dies Gewicht bei den direkt wirkenden Maschinen etwa nur 12 Zentner pro Pferdekraft beträgt. Gâche in Nantes hatte zur großen Pariser Industrieausstellung (1855) sogar eine direkt wirkende Schraubenmaschine eingesandt, welche, einschließlich Kessel und Wasser, nur 400 Kilogramm, oder circa 8 Zentner, Gewicht pro Pferdekraft besitzen sollte.

Engines" zu bezeichnen. Aus Fig. 1 erkennt man leicht, daß diejenige Stellung des Dampfkolbens gezeichnet ist, wobei derselbe seine aufwärts gerichtete Bewegung beginnt, und die Steuerschieber sich in solcher Lage befinden, daß die Kanäle 1 und 4 verschlossen sind, dagegen 2 und 3 sich zu öffnen beginnen, oder bereits geöffnet sind. Dabei dürfte es nicht schwer werden den Weg des Dampfes zu erkennen, wenn man von der Seite A C, wo der Dampf vom Kessel kommt, die Pfeile bis zur Seite B D verfolgt, wo der Dampf in den Kondensator L strömt. Die Luftpumpe M, die Heißwasserzisterne N, Saugventil a und Steigventil b bedürfen jedenfalls keiner weiteren Erklärung; besonders erwähnt werde daher bloß, daß c' ein Ausblaseventil ist, um, beim Eintritte des ersten Dampfes in die noch ruhende Maschine, alle in den betreffenden geschlossenen Räumen vorhandene atmosphärische Luft herauszutreiben.

Die Geradführung der Stange des Dampfkolbens und beziehungsweise die Bewegung des Luftpumpenkolbens M wird einfach durch ein Hebelwerk H O in Vereinigung mit den Lenkern T S und P Q bewirkt, wobei nur aufmerksam zu machen sein wird, daß Q und T völlig unverrückbare Drehpunkte sind.

Um größere Lenkstangen möglich zu machen und Hebelwerke für die Geradführung des Dampfkolbens zu vermeiden, konstruirten Maudslay, Sons und Field in London ihre Doppelzylinder-Maschinen Fig. 2 und 3, Taf. 54, mit einem besondern Stücke als Zwischenmittel zur Verbindung von Kolben und Lenkstangen ausgestattet, den man, der Form wegen, den Namen T-Platte gegeben hat. Der hohen Lage der Krummzapfenwelle wegen benutzt man derartige Maschinen fast ausschließlich zur Bewegung von Ruderrädern, wobei für jedes Ruderrad immer ein Paar, mit der Radebene (Schiffslänge in der Richtung A' A H, Fig. 3) parallel, aufgestellt ist, überhaupt vier Dampfzylinder für eine Kurbelwelle zusammenwirkend angeordnet sind, welche letztere zwei unter rechtem Winkel gestellte Warzen besitzt.[1]

Die beiden Dampfzylinder des einen Maschinenpaars (Fig. 2 und 3) sind mit A und A' bezeichnet, während B C D eine Hälfte der bereits erwähnten T-Platte ist, zwischen denen die Lenkstange D E

[1] Vorzüglich schöne Abbildungen derartiger Maschinen für ein Schiff von 800 Pferdekraft enthält das Werk: „The Imperial Cyclopaedia of Machinery" Plates LXXVIII und LXXIX.

schwingt. Bei der Umdrehung der Kurbel E F geht der Kopf D geradlinig auf und ab und mit ihm gleichzeitig die Punkte B und C, an welchen die Stangen der Dampfkolben aufgehangen sind.

Die Bewegung der Luftpumpe H erfolgt durch einen um J drehbaren Hebel K L, dessen Ende L mit dem tiefsten Punkte D der T-Platte durch eine besondere Lenkstange verbunden ist. Der Dampfsteuerapparat befindet sich in S (Fig. 3), während der Kondensator G (Fig. 2) den Raum unter den Dampfzylindern einnimmt.

Der niedrigen Lage der horizontal angebrachten Dampfzylinder K wegen, eignet sich zum Betriebe von Schiffsschrauben (Fig. 7 und 8, Taf. 54) ganz besonders, diejenige Gattung von Schiffsdampfmaschinen (Fig. 4, 5 und 6 abgebildet), welche mit dem Namen „Trunk-Engine“ belegt werden und deren Erbauer Penn in Greenwich ist.

Besonders eigenthümlich erscheint hierbei der einen Ring bildende Dampfkolben, so wie die Röhre λ λ als Kolbenstange von so großem Durchmesser, daß die an ihr befestigte Lenkstange ungehindert ihre Schwingungen verrichten kann. Diese Maschine verdient es, sich näher (als dies bei der vorhergehenden der Fall war) mit ihr bekannt zu machen.

Hierzu werde zuerst bemerkt, daß der vom Kessel kommende Dampf durch das nach links gebogene, in den Dampfkasten über b c b Fig. 4 mündende Rohr P der Maschine, und zwar dem für beide Maschinen gemeinschaftlichen Schieberraum (zwischen d d Fig. 5) zugeführt wird. Je nach der Stellung der Vertheilungsschieber d tritt der frische Dampf entweder in den Dampfzylinder, oder entweicht aus demselben durch c in die senkrechten Röhren Q (Fig. 4 und 5), welche sich über der Fortsetzung jeder der Ausflußöffnungen c befinden. Die Röhren Q Fig. 4 münden in die gemeinschaftliche Horizontalröhre R, welche letztere den Dampf in den Kondensator m führt, der fast überall die doppeltwirkende Luftpumpe n umgibt. Die in bekannter Weise sich über Kreuz (beziehungsweise) öffnenden Saug- und Steigventile p p (in der Zeichnung weggelassen), führen das kondensirte Wasser nebst frei gewordener Luft der Abflußröhre q zu, welche außerhalb der Schiffswand mündet. Zylinder und Kolben der Luftpumpe sind aus Messing hergestellt; ersterer ist in den gußeisernen Kondensator m eingesetzt, letzterer hat eine Hanfdichtung und erhält seine Bewegung von der gekröpften Hauptwelle A A, mit Hülfe der

Lenkstangenverbindung B, welche rechts den Kreuzkopf C umfassen, dessen Enden sich in geeigneten Horizontalführungen y y bewegen. Mit den Enden des Kreuzkopfes C sind ferner noch die zum Speisen des Kessels dienenden Pumpen t verkuppelt, wovon jedoch in Fig. 5 nur eine angegeben ist.

Die Bewegung der Dampfschieber d, Fig. 5, wird, ähnlich wie bei den meisten Lokomotiven, durch zwei Exzentriks, E und F für jede Maschine, hervorgebracht, deren Schubstangen δ und δ (beziehungsweise für E und F) mit einem bogenförmigen Rahmenstücke L (der Stephenson'schen beweglichen Hängetasche) verbunden sind, welches um den Bolzen η wie um einen festen Punkt schwingen kann. Die Hängetasche L dient besonders dazu, die Umsteuerung der Schieber und damit das Rück- und Vorwärtsbewegen des Schiffes zu Stande zu bringen. In der Fig. 4 gezeichneten Stellung ist das für „Vorwärts" erforderliche Exzentrik in Thätigkeit, wogegen das zweite F für „Rückwärts" ohne weitere Wirksamkeit mit dem Bogenstücke L zugleich seine Schwingungen verrichtet. Erhebt man dagegen L derartig, daß die zum Exzentrik F gehörige Schubstange die Lage annimmt, welche in Fig. 4 die von E hat, so ist E außer Wirksamkeit gesetzt und die Maschine zum Rückwärtsfahren eingestellt. Erhebt man endlich das Bogenstück L nur so viel, daß η und M Fig. 4 in eine horizontale Linie zu liegen kommen, so ist dem Dampfschieber fast jede Bewegung genommen und es kann in den Dampfzylinder Dampf weder ein- noch austreten, d. h. die Maschine ist in Ruhestand versetzt.

Die bemerkte Auf- und Abwärtsstellung des Bogenstückes L geschieht einfach auf folgende Weise. Die Warze η an L ist mit einer Hängeschiene S und diese wieder mit einem Arme T verbunden, der mit einem Schraubenrade U auf eine und dieselbe horizontalliegende Welle gekeilt ist. In das Rad U greift die Schraube V, die durch ein Handrad W umgedreht wird.

Auf der Welle A A, in der Fortsetzung nach der Richtung von α nach β (wo bei β die Welle hätte abgebrochen gezeichnet werden müssen), wird unmittelbar die Fig. 7 und 8 besonders abgebildete zweiflüglige Schraube befestigt, wobei die bedeutende Pressung, welche die Welle A (zufolge der bereits früher erwähnten Kräftezerlegung) in ihrer Axenrichtung erfährt, so weit als möglich dadurch unschädlich gemacht wird, daß der in einem besondern Lager ruhende Hals H

Fig. 4 mit mehreren festen (nicht schraubenförmigen) Ringen versehen ist, die leicht in guter Oelung erhalten werden können und ein Verschieben der Hauptwelle unmöglich machen.

Die gezeichnete Schraube hat 7 Fuß äußeren Durchmesser bei 11 Fuß Steigung und soll (?) per Minute 120 Umgänge machen.

Die dritte Klasse der erwähnten Schiffsdampfmaschinen, die mit schwingendem Dampfzylinder, ist Fig. 9 bis Fig. 19 abgebildet. Derartige Maschinen wurden bereits in den Jahren nach 1830 von Cavé in Paris, besonders auch zum Betriebe von Dampfschiffen in Anwendung gebracht, indeß nicht mit wünschenswerthem Erfolge, was erst in vorher unbekannter Weise vollständig Penn in Greenwich gelungen ist. Nach den Ausführungen dieses letzteren Mechanikers sind auch die bemerkten Zeichnungen unserer Tafel 54 angefertigt, wobei es kaum der Bemerkung bedürfen wird, daß Fig. 10 ein Horizontaldurchschnitt durch den Dampfzylinder und durch die Schwingungsaxen ist, welche gleichzeitig zum Ab- und Zuführen des Dampfes benutzt werden.

Der frische Dampf tritt im Rohre D, vom Kessel kommend, durch den Zapfen B in den Dampfkasten S (Fig. 10, 12) und gelangt, je nach der Stellung des Vertheilungsschiebers T bald über, bald unter den Dampfkolben, veranlaßt dessen Auf- und Niedergang, und bewirkt zugleich, beim Schwingen der Zylinder, die Umdrehung der (Ruderrad-) Welle W, indem wohl kaum bemerkt zu werden braucht, daß eine besondere Lenkstange nicht vorhanden ist, sondern diese mit durch die Kolbenstange vermittelt wird, wie besonders Fig. 12 durch eine von B aus in der Zylinderaxe nach der Warze gezeichnete Linie angedeutet ist.

Der Dampf, welcher im Zylinder A seine Arbeit verrichtet hat, tritt durch den zweiten Zapfen E nach dem Kondensator L, während die gemeinschaftliche Luftpumpe zwischen beiden Dampfzylindern aufgestellt ist. Das Rohr V führt durch die Schiffswand, auf direktem Wege, dem Kondensator Einspritzwasser zu.

Die hier angewandte Steuerung, zum Umsetzen der Bewegung, beziehungsweise um vor- oder rückwärts zu fahren, ist zuerst 1835 von Seaward bei der feststehenden Maschine des Dampfschiffes Cyclops (Tredgold: Steam Navigation, Appendix) in Anwendung gebracht, von Penn aber in sinnreicher Weise dem oszillirenden Zylinder akkomodirt worden, in welcher letzter Anordnung dieselbe auf unserer Taf. 54

von Fig. 11 bis Fig. 18 dargestellt ist und jetzt wohl auch unter den Namen „Penn'sche Steuerung" aufgeführt wird.

Zur Umsteuerung ist bekanntermaßen erforderlich, daß man den Dampf zwingt, auf der entgegengesetzten Seite in den Zylinder zu treten, und den Kolben nach der entgegengesetzten Richtung zu treiben, als die ist, nach welcher er sich bei gleichbleibendem Wechsel und unveränderter Umdrehungsrichtung der Kurbelwelle bewegt haben würde. Man erkennt leicht, daß das Haupterforderniß hierzu ist, den Dampfvertheilungsschieber T Fig. 12 in die entgegengesetzte Lage zu bringen, d. h. daß er den Dampfkanal öffnet, welchen er bei gleichbleibender Umdrehung schließt, und umgekehrt. Bei der Penn'schen Steuerung ist aber letzteres einfach durch entsprechendes Bewegen des Handsteuerhebels IHJ zu bewirken, eines doppelarmigen Hebels, der seinen unverrückbaren Drehpunkt H an einer der Gestellsäulen G hat. Am kurzen Arme J dieses Hebels ist ein Hängeeisen v w Fig. 16 angebracht, dessen unterer Bolzen w in der Mitte (höchsten Stelle) eines Bogenstückes f f befestigt ist. Letzteres ist so angeordnet, daß es sich frei an den Ständern F und G auf- und abbewegen kann, wobei zugleich jede Schwankung desselben nach links oder rechts dadurch verhindert ist, daß eine mit ihm ein Ganzes bildende Stange g mit ihrem obern Ende fortwährend gezwungen ist, in einer Hülse h als Führung zu gleiten. Wird nun der Hebel IHJ durch die Hand auf und ab bewegt, so wird dadurch gleichzeitig ein verhältnißmäßiges Auf- und Absteigen des Bogenstückes f f erzeugt. In einer von f gebildeten Nuth bewegt sich aber die Warze e einer Art von oszillirender Kurbel, die an einem Bügel d d sitzt, welcher Fig. 19 besonders gezeichnet ist, und der sich mit seinen Enden in Lagern dreht, welche beide an dem zugehörigen schwingenden Zylinder fest angebracht sind, wie dies besonders aus Fig. 9 erhellt. Eine Nase c des Bügels d, faßt endlich in eine viereckige Oeffnung der Stange a des Vertheilungsschiebers, und bewirkt dadurch eine derartige systematische Vereinigung von Schieber T, Bügel d und Bogenstück f, daß der Handbewegung des Hebels I H J nothwendiger Weise die des Dampfvertheilungsschiebers folgen muß.

Hat man aber dem Schieber in gedachter Weise eine bestimmte, zum Rück- oder Vorwärtsfahren geeignete Lage gegeben, so bleibt diese so lange Zeit als man der Bewegung in demselben Sinne bedarf.

Während dieser ganzen Zeit läßt man dann die Schiebersteuerung nicht durch die Menschenhand, sondern wie bei Dampfmaschinen gewöhnlich durch ein Exzentrikum geschehen. Zu letzterem Ende kann die Stange i des Exzentrikums mit der Warze w (Fig. 16) und beziehungsweise mit dem Bogenstücke f in Verbindung gebracht werden, und zwar durch folgende Anordnung.

Die Exzentrikstange nimmt nach unten hin eine Gestalt an, welche am besten aus Fig. 17 zu erkennen ist. Vorerst beachte man dabei den Ausschnitt p, der so gebildet ist, daß darin die Warze w des Bogenstückes f (Fig. 16) Platz finden kann; sodann bemerke man einen aufgeschrobenen Bügel r r, in welchen die Warze w, wenn sie von p ausgelöset ist, zu liegen kommt, und wodurch einerseits die Schubstange i des Exzentriks ungehindert auf- und abgehen kann, andererseits aber diese Schubstange doch auch gezwungen wird, die Gegend der Warze nicht ganz zu verlassen.

Wie die Lage der betreffenden Theile sich gestaltet, wenn die Warze w im Ausschnitt p der Lenkstange i befindlich ist, erhellt aus Fig. 11; eben so zeigt Fig. 12 die entgegengesetzte Lage, wobei w die Aushöhlung p verlassen hat und im freien Raume zwischen r r und p (Fig. 17) Platz findet, während das Schubstangenende, das sie umfaßt, ungehindert seine hin- und hergehenden Bewegungen macht.

Es bleibt jetzt zum Gesammtverständniß nur noch übrig aufmerksam zu machen, wie das Aus- und Einlösen der Warze w in p leicht zu bewirken ist. An der Exzentrikstange i befindet sich hierzu, wie besonders Fig. 17 erkennen läßt, eine Oeffnung m, welche zur Aufnahme des Drehbolzens eines Hebels z m N, Fig. 18, dient, der in seiner Verbindung aus Fig. 11, 12 und 15 wahrgenommen werden kann. Dabei geht der unveränderlich mit N z verbundene Stellarm N K durch einen entsprechenden Schlitz der Exzentrikstange i selbst hindurch. (Man sehe hierzu namentlich Fig. 16, wo diese Stelle mit y bezeichnet ist.) Soll nun ausgelöset werden, so faßt man bei K mit der Hand den Arm N K an und schiebt ihn so weit nach links (Fig. 11), bis der ungefähr in seiner Mitte gebildete Einschnitt bei y einklinkt. Dabei hat sich dann gleichzeitig der kurze Arm m z (Fig. 18) mit der Stelle z so gegen die horizontal unverrückbare Fortsetzung von f f, d. h. gegen die Stange (Führungsarm) g gestemmt, daß dadurch das untere Ende m q der Exzentrikstange i nach links

geschoben wird und die Lage angenommen hat, welche in Fig. 12 gezeichnet ist. Hierbei erkennt man leicht, daß die Warze w nicht mehr in p liegt, sondern (wie schon ein Mal bemerkt) im Raume zwischen p und r r (Fig. 17) Platz genommen hat.

Um die Verbindung zwischen Exzentrik und Dampfschieber wieder herzustellen, braucht man nur das Bogenstück f f mit Hülfe des großen (Steuer-) Hebels IH J aus der Lage Fig. 12 so tief herabzudrücken, daß die nach rechts treibende Kraft einer Feder u in den Stand gesetzt wird, den Ausschnitt p über die Warze w zu schieben, worauf die ganze Zusammenstellung wieder die Lage von Fig. 11 annimmt. Es dürfte kaum nöthig sein zu erwähnen, daß die Feder u durch eine Schubstange t am Punkte q mit der Exzentrikstange i in Verbindung gebracht ist.

Um nun endlich alle Theile zusammenfassen zu können, welche zum Rück- und Vorwärtsfahren erforderlich sind, wird es nothwendig noch einen Blick auf die Ruderradwelle und auf die Exzentriks zu werfen (wie solche in den Figuren 11 und 12 sich darstellen). Man bemerkt dabei leicht zwei Theile α und β, wovon der eine α mit dem Exzentrik durch Schrauben fest verbunden ist, während der andere einen Theil der (im Durchschnitt gezeichneten) Welle ausmacht. Beide Theile bilden überhaupt eine Art von Kuppelung zwischen Welle und Exzentrik, die man gemeinhin mit dem Namen „Mitnehmer" belegt. Erfährt man dabei, daß das Exzentrik übrigens völlig lose auf der Welle sitzt, so dürfte von selbst klar werden, daß β nur gegen die eine oder andere Seite von α anzuliegen braucht, um das Vor- oder Rückwärtsbewegen einzuleiten, wie dies aus den um 180 Grad verdrehten Stellungen dieser Theile beziehungsweise in Fig. 11 und 13, ohne Weiteres erhellt.

Dampfschleppschiffsmaschinen — Bereits früher wurde erwähnt, daß man bei den zum Schleppen von Segelschiffen oder Booten bestimmten Dampfschiffen Maschinen und Kessel, so weit als möglich, in der Längenrichtung des Schiffes ausgestreckt anordnet, um eine zweckmäßigere Vertheilung der Last und eine geringe Eintauchungstiefe herbeizuführen. Hierzu mag bei der immer größer werdenden Wichtigkeit der Dampfschleppschifffahrt, insbesondere für unsere deutschen Flüsse, Beschreibung eines der schönsten eisernen Dampfschleppschiffe Platz finden, welche in neuester Zeit aus deutschen Maschinen-

bauwerkstätten hervorgegangen sind, und welches auf Tafel 55 vollständig abgebildet ist. Es ist dies treffliche Schiff in der Maschinenfabrik des Herrn Carstens Waltjen in Bremen erbaut und verrichtet zur Zeit unter dem Namen „Vulkan" laufend, regelmäßigen Dienst zwischen Bremen und Bremerhafen.

Von den Buchstaben in Fig. 1 bezeichnet A das sogenannte „Volkslogis", B einen Laderaum, C den Platz für den Maschinisten, D die Stelle der Maschine, E den Aufenthaltsort des Heizers, F die Stelle des Kessels, G die Kapitänskajüte und H wieder einen Laderaum.

Die Länge des Schiffs beträgt, in der Schwimmebene gemessen, 150 Fuß engl., größte Breite 19 Fuß, Höhe in der Mitte $8\frac{1}{4}$ Fuß, Tiefgang 33 bis 34 Zoll, Steigung der Bordlinie vorn 18 Zoll, hinten 12 Zoll. Das ganze hohle (ebenfalls aus Eisenblech hergestellte) Steuerruder, durch welches zugleich der Auftrieb des Schiffes vermehrt wird, hat 8 Fuß Länge und 3 Fuß Höhe am Ende.

Als Motor sind zwei direkt wirkende Dampfmaschinen vorhanden, symmetrisch parallel in der Längenrichtung des Schiffes neben einander liegend, wovon in Fig. 1 und 2 nur eine sichtbar ist. Jeder der beiden Dampfkolben in M hat 29 Zoll Durchmesser und 4 Fuß Hub, wobei von $\frac{1}{10}$ Expansion bis mit ganzer Füllung gearbeitet werden kann. Die Dampfspannung ist zu 50 Pfund festgesetzt.

Der Durchmesser der Ruderräder (Fig. 3) ist 13 Fuß, die Anzahl der Schaufeln 11, ihre Länge 9 Fuß bei 27 Zoll Breite, die Umdrehzahl der Räder 36 pro Minute. Der Kolben der Luftpumpe N hat 15 Zoll Durchmesser und 4 Fuß Hub.

Der Dampfzutritt und -Austritt im Zylinder M wird durch Ventile bewirkt und regulirt, wovon in unseren Figuren die Einlaßventile mit den Ziffern 1 und 2, die Auslaßventile mit 3 und 4 bezeichnet sind. Die gesetzmäßige Bewegung der Ventile wird durch Hebel a und Zugstange b (Fig. 8 und 9) von dem Steuerzylinder d übertragen, welcher letzterer direkt von der Ruderradwelle L aus mittelst Kegelräder und Steuerwelle e in Umdrehung gesetzt wird. Auf dem Mantel von d sind Wulste (Fig. 9 im Durchschnitt sichtbar, in Fig. 8 aber der Deutlichkeit wegen weggelassen) angebracht, mit denen Friktionsröllchen c (Fig. 9) derartig in Berührung stehen, daß beim Umdrehen von d Erhebungen und Senkungen der Hebelwerke b_1, b_2, b_3 und b_4 in der Art erfolgen, wie es das gehörige

und rechtzeitige Oeffnen und Schließen der Ein- und Auslaßventile erfordert.

Wie man hierbei die Größe und Zeit der Ventilhübe beliebig ändern, mit geringer oder größerer Absperrung oder ohne dieselbe die Maschine arbeiten lassen kann, dürfte ohne Weiteres klar werden, wenn aufmerksam gemacht wird, daß der Steuerzylinder d unabhängig von der Welle e hin- und hergeschoben werden kann, jedoch e außer Stande ist, Umdrehungen zu machen ohne d dabei mit zu nehmen. Das wünschenswerthe Verschieben von d erfolgt durch einen Arm g, welcher d (Fig. 10 im Detail) mit einer Gabel f umfaßt, während das andere Ende von g auf einer Welle h (Fig. 7) befestigt ist, deren Lage und Ort durch Betrachtung von Fig. 6, 11 und 12 leicht erkannt wird. Die erforderliche Bewegung von h geschieht durch einen Handhebel, der Fig. 11 besonders gezeichnet ist. Durch Anfassen bei k und gehöriges Drehen wird auch die Stellung der Ventile für das Vor- und Rückwärtsfahren bewirkt, ferner auch der gewünschte Grad von Absperrung vorgeschrieben.

Für gewöhnlich steuert man durch den Hebel k beide Maschinen, und trägt zu diesem Ende eine Kuppelung i (Fig 12 im Detail) die Bewegung auf die Steuerwelle der zweiten Maschine über. Will man jedoch nur eine der Maschinen bewegen, also nur ein Ruderrad in Umdrehung setzen, so löset man die Kuppelung bei i mit Hülfe einer Schubklinke l m aus, welche durch Betrachtung der Fig. 11 völlig deutlich werden dürfte. Bemerkt muß dabei werden, daß für letztern Zweck zugleich auf eine höchst einfache Weise (durch Kuppelscheibe und Ausrücker) die gekröpfte Welle L in zwei Hälften getheilt, das eine Ruderrad also von dem andern völlig unabhängig gemacht werden kann, eine Anordnung, die beim Wenden des Schiffes von besonderem Nutzen ist.

Beim Gange der Maschine tritt der frische vom Kessel kommende Dampf durch das Rohr r bei 1 oder 2 (Fig. 5) in den Steuerkasten des Zylinders, durch 3 oder 4 aber aus demselben in das Rohr s, welches letztere den Weg zum Kondensator bildet, der zwischen P, O Fig. 5 bis 7 erkennbar ist. Die zugehörige Luftpumpe N ist doppeltwirkend, deren Saugventile mit 5, 5, die Steigventile aber mit 6, 6 bezeichnet sind, wobei wohl kaum die Bemerkung erforderlich sein dürfte, daß sich 5, 5 nach unten, 6, 6 aber nach oben öffnen, beide Gattungen

aber Dichtungsscheiben aus vulkanisirtem Kautschuk besitzen. Von den sonst in die Figuren eingeschriebenen Buchstaben bezeichnet P eine Art Windkessel, Q das Abflußrohr des Kondensationswassers, wobei nahe der Schiffswand gleichzeitig das Saugrohr t der Warmwasserpumpe sichtbar wird. Durch z und y wird der Kondensator mit Einspritzwasser versorgt, wozu bei x (Fig. 2 und 6) der Injektionshahn angebracht ist, den man von v aus, mit Hülfe der Verbindung w leicht öffnen und schließen kann.

Der Kessel F, Fig. 1 und 4, ist ein sogenannter Röhrenkessel aus zwei getrennten Zylindern als Dampferzeuger und einem dritten Zylinder π (auch Fig. 2) als Magazin für den Dampf bestehend. In der sogenannten Feuerbox wird der Heizraum durch eine Wasserkammer (Wasserwand) in zwei Theile getheilt (s. Fig. 4), so daß jeder Zylinder zwei getrennte, nebeneinander liegende Roste enthält. Wie bei den Kesseln der Dampfwagen wird auch hier der Feuerraum α, β überall vom Wasser umgeben, mit Ausnahme der Heizthüren und des Raumes für die herabfallende Asche. Flamme und Verbrennungsprodukte ziehen übrigens von den Rosten α aus nach hinten durch die Röhren β γ, durchstreichen den Raum δ zwischen beiden Kesseln nach vorn gehend, und treten bei ε in den Schornstein η, während sich die über dem Wasser im Kessel bildenden Dämpfe durch die kurzen Rohrstücke (Hälse) λ in den Sammler π begeben.

Die Röhrenzahl eines jeden Kessels ist 80, der äußere Durchmesser jeder Röhre 4 Zoll, ihre Länge 8 Fuß, während die des ganzen Kessels 19 Fuß ist. Die Gesammtheizfläche des Kessels beträgt 1600 Quadratfuß.[1]

Es dürfte jetzt nur noch Einiges über die von Waltjen in Anwendung gebrachten Ruderräder Fig. 2 und 3 zu sagen sein. Vergleicht man die hier gewählte Anordnung, die Schaufel des Rades sowohl für den Ein- als Austritt in das Wasser, so wie für die Wirkung gegen dasselbe, vortheilhaft zu richten, mit der bereits im Hauptwerke Bd. 4, S. 63, beschriebenen und durch Abbildungen (Fig. 4 und 5, Taf. 61) erläuterten Konstruktionsweise, so wird man sofort erkennen, daß beide vollständig übereinstimmen, d. h. daß die

[1] Mit der Beschreibung dieses Kessels ist hier zugleich hinlänglich der gegenwärtig bei Dampfschiffen überhaupt vorkommenden Dampferzeuger Erwähnung geschehen.

Waltjen'sche Art die Richtung der Ruderradschaufeln zu ändern genau dieselbe ist, welche bereits 1829, also vor 30 Jahren, von Galloway in England in Anwendung gebracht wurde, weshalb auch weitere Erklärungen zu Fig. 3 auf unsrer Tafel 55 unnöthig werden. In England nennt man diese Räder sehr oft nach einem gewissen Morgan, welcher Galloway's Erfindung besser auszubeuten verstand, als der Erfinder selbst.

Galloway's Räder haben in der Zeit von dreißig Jahren das Schicksal mancher guten aber anfänglich verkannten Sache durchgemacht, d. h. man erfand und lobte sie, tadelte aber noch mehr, verwarf sie völlig, suchte sie aber nach und nach wieder hervor und erklärt sie endlich wieder für das Vortrefflichste ihrer Art. In der That lassen diese Räder bei guter Ausführung und Konstruktion durchaus nichts weiter zu wünschen übrig, als daß sie wohlfeiler sein könnten, höchst wahrscheinlich doch auch ein ungerechter Wunsch, wenn man die dadurch erreichten entschiedenen Vortheile gehörig abwägt. Der Verfasser hat Gelegenheit gehabt, neuerdings Dampfschiffe, groß und klein, mit Galloway's beweglichen Schaufeln zu Gesicht zu bekommen, mit denen man ungetheilt zufrieden war. Maudslay hat in jüngster Zeit Galloway's Räder sogar bei einem bereits oben, wegen der T-Plate-Maschine erwähnten Dampfschiffe von 800 Pferdekraft in Anwendung gebracht, obwohl die Raddurchmesser 38 Fuß und die Breite der beweglichen Schaufeln fast 12 Fuß betragen.

Weniger glücklich scheint man mit den 1833 von Field (Dingler polytechn. Journal 1835, Bd. 60, S. 269) angegebenen Rädern mit treppenförmigen Schaufeln nach zykloidischen Kurven gewesen zu sein, obwohl diese Konstruktionsweise auf den ganz richtigen Satz gestützt ist, daß sich die Schaufeln (weil das Rad mit dem Schiffe zugleich fortschreitet) in einer Zykloide und zwar in einer verkürzten bewegen, indem die Umdrehgeschwindigkeit einer Schaufel stets größer als deren gleichzeitige Fortlaufgeschwindigkeit ist. Es sollen diese Field'schen Zykloiden-Schaufeln vor Allem einen ungünstigen Einfluß auf den Schnellgang der Schiffe haben (Dr. Zeuner „Civilingenieur" Neue Folge Bd. 2, S. 96), auch wohl die überhaupt gestellte Aufgabe nicht (wie Galloway's Schaufeln) hinlänglich lösen: vortheilhaften Ein- und Austritt und günstige Wirkung im Wasser herbeizuführen.

In neuerer Zeit wurde zwar das Dampfschiff „Great Western" mit Field's Schaufeln versehen, eben so das unglückliche (verloren

gegangene) Dampfschiff der „Präsident"; indeß ist dem Verfasser in allerneuester Zeit ein derartiges Ruderrad weder auf seinen Reisen, noch in den vielfachen ihm zu Gebote stehenden Zeichnungen zu Gesicht gekommen.

Schließlich werde in Bezug auf Waltjen's Schleppdampfschiff nur noch aufmerksam gemacht, daß der über der Stelle π des Kessels Fig. 1, Taf. 55, sichtbare Haken zur Aufnahme des Zugtaus der anzuhängenden Schleppschiffe dient, hinter dem Haken aber Spannketten vorhanden sind, welche in der Zeichnung weggelassen wurden.

Als Anhang folgen hier endlich noch zwei Tabellen, welche Dimensionen und andere Angaben über einige neue Dampfschiffe enthalten, und zwar in dem Umfange, um mittelst der gegebenen Formeln entsprechende Rechnungen führen zu können. Ausführlichere, reichhaltigere derartige Tabellen enthält die 3. Auflage von Murray's „Marine Engines", London 1858. Rühlmann.

Dampfwagen.

(Bd. IV. S. 77.)

I. Geschichte des Dampfwagens.

Dampfwagen (Lokomotiven) und mit ihrer Erfindung und Verbesserung die Eisenbahnen, auf denen sie ausschließlich gebraucht werden, haben in kurzer Zeit als Kommunikationsmittel die ausgedehnteste Verbreitung gefunden.

Es hatten zwar schon im Jahre 1784 der Engländer Murdoch im Verein mit Watt, 1786 der Amerikaner Ol. Evans, 1804 Trevethick in South Wales, 1811 Blenkinshop in Leeds, 1814 Georg Stephenson auf der Killingworth Kohlenbahn und 1825 Hackworth auf der Stockton-Darlington-Bahn Versuche gemacht, Dampfwagen zu konstruiren; doch wurde der Bau des ersten wirklich brauchbaren Dampfwagens erst im Jahre 1829 durch ein Konkurrenz-Ausschreiben der Liverpool-Manchester Eisenbahngesellschaft veranlaßt.

Diese Gesellschaft forderte lokomobile Maschinen, die bei einem Gewicht von 10½ Tons incl. Tender fähig wären, 19½ Tons Ladung auf der horizontalen Bahn mit 10 Meilen[1] Geschwindigkeit in der Stunde zu befördern.

[1] 1 Ton = 2240 Pfd. engl.; 1 Meile = 5280 engl. Fuß = 0,217 geogr. Meilen; 1 geogr. Meile = 24335 engl. Fuß.

…pfschiffe.

Name d…	Dampfkolben Durchmesser	Hub	Gewicht der Maschine pro Pferdekraft	Schrauben Durchmesser	Steigung	Umdreh. Zahl pro M.	Flügel
			Zentner.				
Propontis	3'	2'		10'	18'	58	2
City of …	1,8 m	1,52 m	9,21	4,27 m	5,29 m	55,25	3
City of …	1,53	1,52	15,5	4,12	5,49	50	3
Glasgow	1,80	1,52	9,21	4,27	5,49		3
Andes	1,68	1,37	20	4,27	5,49	56,25	2
Australien	1,67	1,37	16	4,27	5,49 5,95	63	2
Sidney	1,67	1,37	16	4,27	5,49 5,95	65,7	2
Melbourn…	1,32	0,91	14,7	3,96	2,74	92	2
Adelaide u…	0,22	0,84	13,6	4,571	6,71	60	2
Encounter	4'	0,86	?	3,65	4,50	80	2
Bremen	7'6"	42"	?	17'	31'	53	3

Name de…	Dampfkolben Zahl	Durchmesser	Hub	Schaufeln Zahl	Länge	Höhe	Durchmesser der Ruderräder	Umdrehungen der Rad.-Welle per Min.
Ville de … Postdam…	2	1,22	1,06	12	1,13m	0,812m	3,8 m	28
Arabia (tr…	2	2,68	3	28	10'6"	3'2"	35'5"	13,5
Terrible (en…	4	1,8	2,43	44	3,7 m	0,7 m	10,33m	13
Expreß (R…	2	1,2	1,2	14	3,5	0,4	5,5	35
Parisien .	2	1,45	1,2	14	3	0,6	5	34
Harriet (an…	2	42"	7'	20	8'		22,5'	22,5
Chamois	2	0,735	0,76	11	1,34	0,51	3,7	42
Humboldt (…	2	2,41	2,73	36	3,75	0,65	10,8	15
Rubis (bel…	2	1,22	1,06	12	1,13	0,802	3,8	34,5

Es traten drei Bewerber auf, nämlich:

Robert Stephenson von Newcastle	mit der Maschine	Rocket,
Timothy Hackworth von Shildon	„ „ „	Sanspareil,
Braithwaith und Ericson von London	„ „ „	Novelty,

und es war die Anwendung des von dem Franzosen Séguin erfundenen Röhrenkessels und des von Hackworth's Maschine „Sanspareil" entlehnten, von Pelletan aber erfundenen Exhaustors, welche Stephenson's Maschine „Rocket" befähigten, den Preis zu erringen.

Die Maschine „Rocket" hatte einen zylindrischen Kessel von 6 Fuß Länge und 3' 4" Durchmesser mit 25 Stück durchgehenden Sieberöhren von 3" Weite, Triebräder von 4' 8½" Durchmesser, Dampfzylinder von 8" Durchmesser und 16½" Kolbenhub. Der verbrauchte Dampf strömte zur Anfachung des Feuers durch den Schornstein aus. Bei dem Gewichte von 7½ Tons für Maschine und Tender bewegte sie ein Traingewicht von 47½ Tons mit 13½ Meilen Geschwindigkeit pro Stunde, und es wurde, wie auch bei den andern Preislokomotiven, nur die durch die Dampfzylinder überwundene Adhäsion der Triebräder auf den Schienen als Triebkraft benutzt.

Der moderne Lokomotivbau beruht nur auf Verbesserung und Vervollkommnung der bei dieser Maschine zur Anwendung gebrachten Prinzipien, und es waren besonders Stephenson, Hackworth, Trevethick, Bury, Fenton, Forster u. m. A., welche in England die nächsten Fortschritte machten.

Aber mit diesen Fortschritten ging in England und später auch in Deutschland und Frankreich die vermehrte Anlage von Eisenbahnen und damit der gesteigerte Anspruch an die Leistungen der Lokomotiven Hand in Hand. Der „Rocket" und die ihm nachgebaute Klasse von Lokomotiven hatten meist nur 4, selten 6 Räder, wovon 1 Paar von circa 5' Durchmesser als Triebräder, die andern von circa 3' Durchmesser als Laufräder dienten. Die Maschinen waren kurz, leicht gebaut und in ihrer Dampf- und Kraftentwicklung schwach. Während der „Rocket" pro Stunde nur eine Leistung von 650 Meilentonnen auf horizontaler Bahn ausgab, verlangte man Maschinen, die mit größerer Geschwindigkeit größere Lasten beförderten, die größere Kessel, Zylinder, Räder hatten, und vermöge eines größern Gewichts mehr Adhäsion auf den Schienen ausübten, überhaupt einer größern Kraftentwicklung fähig waren. Gegenwärtig sind Dampfwagen von

13,000 Meilentonnen Kraftentwicklung pro Stunde, deren Leistungsfähigkeit also die des „Rocket" um das 20fache und mehr übersteigt, nicht ungewöhnlich.

Um die kräftigere Maschine nicht zu zerstörend auf den Bahnoberbau wirken zu lassen, adoptirte man Schienen von größerem Gewichte, das sich allmälig von 8 Pfund auf 25 Pfund pro laufenden Fuß steigerte, unterstützte und verband dieselben auf solidere Weise und ermöglichte es dadurch, daß man jedes Rad der Maschine mit einem Gewichte von circa 6 Tons belasten konnte. Um bei den verlangten größeren Geschwindigkeiten den Maschinen mehr Sicherheit und einen ruhigen Gang zu geben, auch die Schienen und den Bahnoberbau nicht zu ungünstig zu belasten, dehnte man die Radbasis allmälig aus und baute die Maschinen nun mit 6, in einigen Fällen mit 8 und mehr Rädern.

Wie man anfangs für den Lokomotivbetrieb nur Eisenbahnen baute, die fast horizontal waren oder höchstens Steigungen von 1 : 100 besaßen, und Bahnen von stärkeren Steigungen durch stehende Dampfmaschinen betrieb, so stellte sich allmälig die Nothwendigkeit heraus, auch vorkommende geneigte Ebenen mit bis 1 : 30 Steigung auszubauen und mit Lokomotiven zu betreiben. Zudem machte der wachsende Gütervertrieb auf den Eisenbahnen Maschinen erforderlich, die große Lasten, wenn auch mit kleineren Geschwindigkeiten, fortschafften. In beiden Fällen reichte die Adhäsion eines einzelnen Räderpaars auf den Schienen nicht mehr aus, selbst wenn die Räder gegen den Kolbenhub verhältnißmäßig klein und die Maschine schwer war; man baute für solche Zwecke Maschinen mit gekuppelten Triebrädern. So unterschied man frühzeitig Personenzuglokomotiven für gewöhnliche Bahnen, die zu Erreichung von großen Geschwindigkeiten in der Regel mit nur 1 Paar großen Triebrädern ausgerüstet sind, und Güterzuglokomotiven mit gekuppelten Triebrädern, welche letztere auch zur Beförderung von Personenzügen über starke Steigungen geeignet sind. Je nach den Anforderungen des Verkehrs können alle diese Maschinen in ihren Verhältnissen sehr verschiedenartig ausfallen.

Bei der Anlage von Eisenbahnen in gebirgigem Terrain konnten Kurven von kleinen Radien (von 1000 und weniger Fuß) nicht mehr vermieden werden. Es wurden zuerst in Amerika Dampfwagen mit beweglichen Radgestellen gebaut, die bei einem langen

Radstande solche Kurven mit Sicherheit durchlaufen. In Frankreich erfand Arnoux ein System gegliederter Achsen für Lokomotiven und Wagen, womit sich selbst Kurven bis zu 100 Fuß Radius befahren ließen. In England dagegen suchte man den Schwierigkeiten, welche sich beim Durchfahren scharfer Kurven darboten, durch eine kurze aber sichere Stellung von festen Achsen zu begegnen. Letzteres System hat sich auch in Deutschland und Frankreich die meiste Geltung verschafft, woneben jedoch das amerikanische System der beweglichen Radgestelle, welches durch Engerth in Wien für die Semmeringlokomotiven bedeutend verbessert wurde, für scharfe Kurven von großem Werthe ist.

Jede Lokomotive ist mit einem Tender ausgerüstet, der das Verproviantirungsmaterial — Wasser und Brennstoff — enthält. Für Bahnen mit starken Steigungen und rasch fahrende Personenzüge war es wünschenswerth, die todte Last im Zuge möglichst zu beschränken, was dadurch geschehen konnte, daß man den Tender entbehrlich machte und dem Brennmaterial und Wasservorrath auf der Lokomotive selbst einen Platz anwies. Man baute manchen Orts in England und Deutschland sogenannte Tenderlokomotiven, denen man ihrem Zwecke nach, wenn sie mit gekuppelten Rädern versehen sind, auch den Namen „Gebirgslokomotiven" beilegen kann.

Müssen der Natur der Sache nach die Dampfwagen schon je nach den unter gegebenen Verhältnissen verschiedenen Anforderungen in ihren Größenverhältnissen und in ihrer allgemeinen Anordnung höchst verschieden ausfallen, so ist das noch mehr der Fall, wenn man die spezielle Konstruktion ihres Mechanismus verfolgt. Gleichzeitig mit der Vervollkommnung der Dampfmaschine im Allgemeinen hat auch der Dampfwagen in dieser Beziehung seit seinem ersten Repräsentanten, dem „Rocket", fortgesetzte Verbesserungen erfahren, durch die seine Sicherheit und Dauerhaftigkeit im Betriebe vermehrt und seine ökonomische Benutzung mehr und mehr erreicht ist.

Dieser Theil der Geschichte des Dampfwagens soll indeß erst bei bei den folgenden speziellen Betrachtungen näher erörtert werden und es sei hier nur gesagt, daß die Lokomotiven ihrer speziellen Konstruktion nach hauptsächlich durch die Lage ihrer Zylinder, ob dieselben innerhalb oder außerhalb der Rahmen, horizontal oder geneigt angebracht, durch die Rad- und Federstellung, durch die Art ihrer Steuerung und durch die Konstruktion des Kessels verschieden sind; wie sie

sich denn auch als Maschinen mit gekuppelten oder einfachen Triebrädern, durch einen kürzern oder längern Radstand, feste Achsen oder bewegliche Radgestelle wesentlich unterscheiden.

Gleichzeitig mit der Ausbildung hat auch die Literatur über Lokomotiven Fortschritte gemacht und sind namentlich folgende Werke zu erwähnen, die bei der Bearbeitung des nachfolgenden Aufsatzes theilweise mitbenutzt sind:

Traité théorique et pratique des machines locomotives par F. M. G. de Pambour.

The principles, practice and explanation of Locomotives by Tredgold.

Railway Machinery, by Daniel Kinnear Clark.

Des contre-poids appliqués aux roues motrices des Locomotives par Couche.

Die Gesetze des Lokomotivenbaues von F. Redtenbacher.

II. Konstruktion der Dampfwagen.

Zur Beschreibung der Konstruktion und des Mechanismus der Lokomotiven sind durch die Tafeln 57 und 58 von zwei verschiedenen Dampfwagen bildliche Darstellungen gegeben.

Auf Tafel 57 ist eine Personenzuglokomotive in 1 : 48 der wirklichen Größe dargestellt.

Fig. 1 ist ihre Seitenansicht.

Fig. 3 ein Längendurchschnitt.

Fig. 4 die Hälfte des horizontalen Durchschnitts in der Höhe der Triebachsmitte.

Fig. 5 ein Vertikaldurchschnitt nach der Linie xx.

Fig. 6 ein solcher nach der Linie yy.

Fig. 7 und 8 sind Vertikaldurchschnitte nach der Linie zz auf beide Bildflächen.

Fig. 2 ist eine Seitenansicht des Tenders.

Die Zeichnungen repräsentiren eine Konstruktion, wie sie auf den englischen Bahnen als Personenzuglokomotive sehr viel im Gebrauche ist, nämlich die der inwendig liegenden horizontalen Zylinder. In den Figuren sind gleiche Theile durch gleiche Buchstaben bezeichnet, die angegebenen Maße sind englische.

A ist der Kessel zur Aufnahme der Feuerkiste B, der Siederohre C und des diese Theile umgebenden Wassers, aus dem die Dampfentwicklung Statt finden soll. Der Wasserstand ist durch die Linie ww gegeben, über welcher sich der Dampf ansammelt. Der Kessel, soweit er zylindrisch, ist 3′ 10″ weit, aus $^{7}/_{16}$″ starkem Eisenbleche gebildet und damit, sowie durch seine Verankerung der ebenen Flächen befähigt, mit Sicherheit einem Dampfdrucke von 100 bis 120 Pfund pro □″ zu widerstehen.

Die Feuerkiste B ist aus $^{5}/_{8}$″ starkem Kupfer gefertigt, an der Rohrwand ist das Metall 1″ stark. Die Decke ist durch starke schmiedeiserne Ankerbarren b gegen Einbiegen geschützt, während ihre Seitenwände durch die Stehbolzen c und den Rahmen d mit dem äußern Kessel fest verbunden sind.

Das Feuerungsmaterial wird durch die Feuerthüre a in die Feuerkiste eingeführt und brennt auf dem Roste D, wohin die zum Verbrennen nöthige Luft durch den Aschkasten E gelangt. Die Verbrennungsprodukte geben ihre Wärme durch die Wände der Feuerkiste und durch die Sieteröhren an das Wasser ab. Es sind 148 Stück Siederohre vorhanden, die 12′ ganze Länge, $1^{7}/_{8}$″ Durchmesser haben und aus $^{1}/_{8}$″ starkem Messing gefertigt sind. Von hier treten die Verbrennungsprodukte in die Rauchkiste F und entweichen schließlich durch den Schornstein G. Weil aber bei Lokomotiven der Schornstein nur niedrig sein kann und das Feuer deshalb nur einen geringen natürlichen Zug haben würde, so muß es künstlich angefacht werden und hierzu dient das Blasrohr e, mit welchem durch den ausströmenden, von der Maschine bereits verbrauchten Dampf in der Rauchkiste ein partielles Vakuum hergestellt wird. Der Exhaustor wirkt also saugend auf das Feuer.

Der in dem Kessel produzirte Dampf findet die Maximalgrenze seiner Spannung durch die Sicherheitsventile f. Er wird aus dem Dampfdome H durch den Regulator J, welcher durch das Händel g verstellbar ist, zur weitern Verwendung nach den Dampfzylindern L gelassen. K ist das Dampfrohr für diese Zuleitung, es mündet in den Schieberkasten K_1 am Dampfzylinder L.

Es ist die Aufgabe des Dampfes, durch seine Wirkung in den Zylindern die Triebräder R umzudrehen, damit durch die Adhäsion, welche das auf diesen lastende Gewicht auf den Schienen verursacht,

die Lokomotive eine fortschreitende Bewegung macht. Bei unserer Maschine haben die Triebräder 6′ 3″ Zoll Durchmesser, die beiden Dampfzylinder haben jeder 16 Zoll Durchmesser bei 22″ Kolbenhub. Die Kolbenstange v wird durch die Parallelführung t horizontal in der Richtung der Zylinderachse geführt und wirkt durch die Pläulstange s auf die Kurbel r der Triebachse. Die Kurbeln für die beiden Zylinder haben 11″ Radius und stehen zu einander im rechten Winkel, wodurch es bedingt ist, daß für jede Triebradumdrehung der Dampf aufeinanderfolgend auf alle 4 Kolbenflächen wirkt. Die Dampfvertheilung geschieht durch die Schieberventile h, die ihrerseits von den Exzentrikscheiben k aus durch die Exzentrikstangen i und die Koulisse l als Zwischenglied entsprechend bewegt werden. Dieser ganze Mechanismus bildet die Steuerung, sie wird von dem Händel n aus durch den Führer so gestellt, wie es der beabsichtigten jeweiligen Wirkung des Dampfes entspricht.

Für jeden Zylinder sind 2 Exzentriks k vorhanden, die mit der Triebachse fest verbunden und so gestellt sind, daß das eine dem Gange der Maschine nach vorwärts entspricht, während das andere für das Rückwärtsfahren placirt ist. Jedes Exzentrik hat für sich hinreichenden Hub, um damit das Schieberventil für die Dampfkanäle am Zylinder völlig öffnen zu können. Das Zwischenglied l, welches mit den Enden der Exzentrikstangen verbunden ist, deren Bewegungsrichtungen im Allgemeinen entgegengesetzt sind, beschreibt daher nach seiner Mitte zu einen immer kleineren Weg, und so hat man es mit Hülfe des Hängeeisens q und des Steurungshebels p, durch das Händel n in der Gewalt, beiden Schieberventilen h gleichzeitig einen größeren oder kleineren Hub nach vorwärts oder rückwärts zu geben, je nachdem man das Schieberstangenprisma h′ auf einen höher oder tiefer gelegenen Punkt der Koulisse l einstellt. Ebenso stellt man die Schieber in Ruhe oder hebt die das Fortschreiten bewirkende Dampfvertheilung auf die Kolben auf, wenn man das Schieberstangenprisma auf die Mitte der Koulisse l einstellt.

Man sieht, daß es durch Feststellung des Händels n auf dem Gradbogen n′ möglich ist, durch die Steurung die Dampfvertheilung auf die Kolben in allen möglichen Graden zu bewerkstelligen. Wird das Händel ganz nach vor- oder rückwärts gelegt, so machen die Schieber ihren vollen Hub und der Dampf strömt während fast des

ganzen Kolbenlaufs in die Zylinder ein; wird dagegen das Händel mehr auf die Mitte des Gradbogens n′ festgestellt, so machen die Schieber einen kürzern Hub und die Dampfkanäle nach den Zylindern werden wieder geschlossen bevor die Kolben ihren Lauf vollendet haben, der im Zylinder eingeschlossene Dampf wirkt alsdann bis zur Vollendung des Kolbenlaufs expandirend. So kann man durch den Gebrauch der Steurung größere oder kleinere Leistungen der Lokomotive bewirken, je nachdem man mehr oder weniger neuen Dampf aus dem Kessel in den Zylindern zur Verwendung bringt.

Eine weitere Funktion der Steurung ist es, die Kolben wieder von dem gewirkt habenden Dampfe zu befreien; es geschieht das durch die innere Höhlung desselben Schieberventils h, durch welche der Ausgangskanal am Zylinder mit dem Exhausterrohre e in Kommunikation tritt, sobald auf der entgegengesetzten Kolbenseite das Schieberventil Dampf einläßt. Das Exhausterrohr entladet den verbrauchten Dampf durch den Schornstein in die Atmosphäre, wobei er saugend auf das Feuer wirkt.

Auf solche Weise leistet im Ganzen die Steurung die Aufgabe, daß während einer Triebradumdrehung auf jeder der 4 Kolbenseiten eine Dampfwirkung und eine Dampfentleerung Statt findet. Beim tiefern Eingehen auf die Funktionen der Steurung wird indeß weiter unten gezeigt werden, daß die Steurung außer dieser Admission und Exhaustion des Dampfs auch seine Expansion und Kompression leistet, durch welche erstere die expansiven Eigenschaften des Dampfs ausgenutzt werden, während letztere die Lokomotive befähigt, durch rasche Kolbenwechsel eine große Umdrehungsgeschwindigkeit des Triebrades hervorzubringen. Es wird dort auch von den Dimensionen die Rede sein, wie man sie den einzelnen Elementen der Steurung zu geben hat.

Das Gewicht der auf Tafel 57 dargestellten Lokomotive beträgt im dienstfähigen Zustande 26 Tons, wovon 12 Tons auf die Triebräder R, 8 Tons auf die Vorderräder R′ und 6 Tons auf die Hinterräder R″ entfallen. R′ und R″ werden auch Laufräder genannt, sie geben der Maschine einen festen Radstand von 15 Fuß. Sämmtliche 6 Räder sind auf der Trieb-, resp. den Laufachsen unveränderlich festgekeilt. Achsen und Räder sind ganz aus Schmiedeisen gefertigt, die doppelt gekröpfte Triebachse hat in den Lagerstellen einen Durchmesser von 7″, während die Laufachsen einen mittleren Durchmesser von 6″ haben.

Die verbindenden Konstruktionstheile zwischen dem Kessel, der eigentlichen Maschine (als Zylindern mit ihrem Bewegungsorganismus) und den Rädern, sind die Rahmen oder Frames, von denen hier 2 vorhanden sind. Der innere Rahmen S bildet die feste Verbindung zwischen dem Kessel und den Zylindern, die als Ganzes darin liegen; in diesem Rahmen ist die Triebachse R gelagert und die Zylinderführungen, sowie die Lager der Steurungswelle p sind mit ihm fest verbunden. Der äußere Rahmen T schließt sich dem innern Rahmen an und ist durch die Kesselträger A′ und die Bufferbohlen B′ mit dem Uebrigen zu einem Ganzen vereinigt. In dem äußern Rahmen sind die Laufachsen R′ und R″ gelagert.

Zur Aufnahme der Achslager in den Rahmen sind diese mit vertikalen Schlitzen (Wangen) versehen, in denen die Achslager ein vertikales Spiel zulassen. Das Gewicht der ganzen Maschine ruht nur durch die Federn u u′ u″ auf den Achsen, und da diese geschickt sind, durch ihre Elastizität alle Unebenheiten der Bahn auszugleichen, so ist durch die Federn der ruhige Gang des ganzen Dampfwagens auf seinen Rädern zumeist gesichert. Zugleich dienen die Federn dazu, das vorhandene Gewicht richtig auf den verschiedenen Achsen zu vertheilen, was durch die größere oder geringere Anspannung der einzelnen Federn leicht geschehen kann.

Die Konstruktion der Federn in Verbindung mit den Achslagern und Frames ist ziemlich identisch mit der am Tender, Fig. 2, wo sie deutlicher ersichtlich ist.

Zu ihrer Verproviantirung während der Fahrt führt die Lokomotive einen Tender, Fig. 2, mit sich, welcher Fassungsräume für circa 200 Kubikfuß Wasser und circa 50 Zentner Koke enthält. Der Wasserraum wird in der Regel durch eine hufeisenförmige Zisterne M gebildet, die nach dem Führerstande P zu offen ist, es entsteht dadurch zugleich der von P aus zugängliche Koferaum. Der Tender ist mit einer Bremse versehen, und es sind auf demselben geeignete Vorkehrungen zur Aufnahme der auf der Fahrt nothwendigen Utensilien ꝛc. getroffen.

Der Tender ist durch die Zugstange k′ mit der Maschine verbunden, auch sind zur Ausgleichung von stoßenden Bewegungen federnde Stoßbuffer zwischen Maschine und Tender angebracht.

Die Pumpen o der Maschine, von denen gleichfalls an jeder Seite eine vorhanden ist, dienen dazu, während der Fahrt das

fortdauernd im Kessel verdampfte Wasser regelmäßig zu ersetzen. Sie werden durch die Maschine selbst bewegt und saugen das Wasser durch die aus Messing gefertigten gegliederten Schläuche r' aus der Zisterne M des Tenders. o' ist das Druckrohr und o'' das Kesselventil für die Speisepumpen. Soll die Leistung der Pumpen unterbrochen werden, so werden die Zuflußöffnungen für die Schläuche r' am Tender durch Ventile geschlossen, die Pumpen gehen dann leer, bis die Ventile von Neuem geöffnet werden.

Zur Vervollständigung der Beschreibung dieser auf Tafel 57 dargestellten Lokomotive sei noch Folgendes bemerkt: Der ganze Kessel ist mit einer ihn gegen Wärmeausstrahlung schützenden Hülle aus Holz und Blech bekleidet. Ebenso sind der Dampfdom und die Sicherheitsventile mit einem zugleich zierenden Mantel versehen, für letztere hat derselbe noch den Zweck, den entweichenden Dampf besser hinwegzuführen. f' sind die Federwagen zur Belastung der Sicherheitsventile, α ist die Dampfpfeife, β sind Wärmeröhren, um überflüssigen Dampf durch die Pumpenröhren in das Tenderwasser zu leiten und dasselbe vorzuwärmen. γ sind Handleisten, welche um die Maschine führen. δ ist eine Sandstreuvorrichtung, um bei schlüpfrigem Zustande der Bahnschienen mehr Adhäsion für die Triebräder zu schaffen.

Endlich wird es nicht überflüssig sein, zu bemerken, daß sämmtliche Räder zur Führung in der 4' 8½'' weiten Bahn mit Spurkränzen und konischen Radkränzen versehen sind, die Radbandagen bilden besondere Konstruktionstheile der Räder, die von Zeit zu Zeit nachgedreht und erneuert werden können.

Als zweites Beispiel zur Erläuterung der Konstruktion des Dampfwagens ist auf Tafel 58 eine Tenderlokomotive mit 6 gekuppelten Rädern und außen liegenden Zylindern dargestellt, wie solche auf der hannoverschen Südbahn hauptsächlich zur Beförderung schwerer Güterzüge über starke Steigungen gebraucht wird.

Fig. 1 ist ihre Seitenansicht.

Fig. 2 ein Längendurchschnitt.

Fig. 3 die Hälfte des horizontalen Durchschnitts in der Höhe der Achsenebene.

Fig. 4 und 5 stellen 4 verschiedene Querdurchschnitte dar, deren Bildflächen sich von selbst erläutern.

Bei dieser Beschreibung werden in Rücksicht auf die bereits geschehene ausführliche Erläuterung der auf Tafel 57 gegebenen Maschine die nachfolgenden Andeutungen genügen, zumal die dortigen Zeichen im Allgemeinen beibehalten sind. Auch der Maßstab ist wieder 1 : 48 der wirklichen Größe.

A ist der Kessel, welcher bei einer Weite von 4′ 6″ durchweg zylindrisch ist und nur an seinem hintern Ende die Feuerbüchse B aufnimmt; er ist aus $^{1}/_{2}$″ starkem Eisenblech gefertigt und hinreichend verankert, um einem Dampfdrucke von 100 Pfund pro □″ mit Sicherheit zu widerstehen. Von den messingenen Sieberöhren C sind 245 Stück vorhanden, die 10′ 10″ ganze Länge und bei einem äußern Durchmesser von $1^{7}/_{8}$″ eine Wandstärke haben, die sich von hinten nach vorn von $^{5}/_{32}$″ bis auf $^{3}/_{32}$″ ermäßigt. a ist die Feuerthüre, D der Rost, E der Aschkasten, F die Rauchkiste und G der Schornstein.

Die gesammte Heizfläche des Kessels beträgt 1350, die Rostfläche 13,5 □′. Die Sieberohre geben für die Verbrennungsprodukte einen Durchlaßquerschnitt von 3,3 □′, der sich durch die Rohrringe bis auf 2 □′ verengt. Der exhaustirende Dampf strömt durch das Exhausterrohr e und das Nebenrohr e′ aus, durch Veränderung des Ausströmungsquerschnitts kann seine Wirkung auf das Feuer demnach variabel gemacht werden. Die Abzweigung t nach unten hat einen Nebenzweck, der später erläutert werden soll.

Der über der Wasserlinie w w sich ansammelnde Dampf wird aus dem Dampfdome H durch den Regulator J, der seine Handhabe bei g hat und durch die Dampfrohre K in die Schieberkasten K′ der Dampfzylinder L abgelassen. f f sind Sicherheitsventile zur Normirung des Maximaldampfdrucks im Kessel.

Auch bei dieser Maschine ist die eigentliche Triebachse die Mittelachse, deren Räder außen angebrachte starke Kurbelzapfen haben, die unter rechtem Winkel gestellt, an jeder Seite der Maschine außer der Pläulstange s hinter dieser noch die Kuppelstangen Q und Q′ aufnehmen. Die Kuppelstangen ihrerseits fassen an entsprechende Kurbelzapfen der Laufräder, die in demselben Radius gestellt sind. Durch diese Kuppelung der Laufräder mit den Triebrädern werden sämmtliche Räder der Maschine gleichmäßig durch die von der Pläulstange übertragene Dampfkraft umgedreht und in Triebräder verwandelt, wodurch das Gesammtgewicht der Maschine auf Adhäsion ausgenutzt werden kann.

Die Kurbelzapfen der mittleren Triebachse tragen außerdem die Gegenkurbeln b, die ihrerseits wieder die beiden exzentrisch mit dem Mittelpunkt der Achse gestellten Warzen k, k' aufnehmen, welche die Exzentriks für die Steurung bilden. k ist das Exzentrik für das Vorwärtsfahren und k' dasjenige für rückwärts.

Die Steurung unterscheidet sich, außer daß sie ganz auswärts an der Maschine angebracht ist, dadurch wesentlich von der vorhergehenden auf Tafel 57, daß hier die Kouliſſe l auf dem festen Hängeeisen q schwingt, während mit der Händelstange n durch den Steurungshebel p die Lenkstange m in der Kouliſſe hoch oder niedrig gestellt werden kann. Die Lenkstange m verbindet somit verschiedene Hublängenpunkte der Kouliſſe l, welche entweder verschiedenen Dampfadmissionen zugehören, oder ihrer Bewegungsrichtung nach dem Vor- oder Rückwärtsfahren entsprechen, mit der Schieberstange h'. Die Fig. 6 wird das näher erläutern, die Steurung ist hier für das Vorwärtsfahren in ausgezogenen Linien gezeichnet. Die Mittelstellung des Händels n entspricht, wie früher, der Ruhestellung der Maschine.

Um hier schon etwas näher auf die Elemente der Steurung einzugehen, sei bemerkt, daß der Schieber h, wenn er (Fig. 6) mitten über den Dampfkanälen steht, diese an jeder Seite um 3/4" überdeckt, er öffnet sie bei horizontaler Kurbelstellung um 3/16", die ganze Voreilung der Schieber für diese Kurbelstellung beträgt demnach 15/16". Die innere Höhlung des Schiebers, durch welche der Dampf aus den Zylindern strömt, läßt auf jeder Seite 1/8" innere Ueberdeckung. Die Exzentriks haben 4 1/2" Hub und der größte Hub der Schieber beträgt 4", bei der linearen Voreilung von 15/16" ist daher die Winkelstellung, um welche die Exzentriks der Kurbel voreilen, 28°. Die größte Dampfadmission beträgt 75 % vom Kolbenlauf, durch die Stellung der Händelstange nach der Mitte zu kann dieselbe auf 60, 40 oder 30 % vom Kolbenlauf beschränkt werden, wofür eine Expansion des Dampfes von resp. circa 10, 25, 40 und 50 % vom Kolbenlaufe resultirt.

Die Dampfzylinder haben 17 3/4" Durchmesser und 24" Kolbenhub; die Räder haben 4' 6" Durchmesser, sie sind mit Gegengewichten v versehen, um die Horizontal- und Vertikalschwankungen in der Maschine zu kompensiren, so weit solche von der Trägheit der Massen der Pläuel- und Kuppelstangen herrühren.

Die Tenderlokomotive wiegt im dienstfähigen verproviantirten Zustande circa 34 Tons, wovon 12 Tons auf die Vorderachse, 11 Tons auf die Mittelachse und 11 Tons auf die Hinterachse kommen. Sie hat einen festen Radstand von 12′ 3″, womit sie Kurven von 1200′ Radius in der freien Bahn zu passiren noch sehr wohl geeignet ist.

Die Maschine hat nur einfache Frames, die innerhalb der Räder liegen und mit denen der Kessel und vorn die auswendig liegenden Zylinder fest verbunden sind, hinten nehmen die Frames außerdem die Wasserzisterne M mit dem Koferaume N auf, während vorn zwischen ihnen und unter dem Kessel eine zweite Wasserzisterne M′ angebracht ist.

Um den Achsen eine gleichmäßige Belastung zu sichern, ist die Maschine mit nur drei Federn aufgehängt; zwischen Vorder- und Mittelachse ist auf jeder Seite eine Feder u mit Balancier, über der Hinterachse ist eine Transversalfeder u′, welche mit beweglichen Federstützen auf den Achslagern ruht. Die Maschine fährt vor- und rückwärts gleich sicher.

Die beiden Wasserzisternen M und M′ haben zusammen 170 Kubikfuß und der Koferaum hat 80 Kubikfuß Fassungsraum.

Die Speisepumpen O für den Kessel werden durch die Stangen O, bewegt, die direkt mit den Vorwärtsexzentrikstangen zusammenhängen. Sie saugen das Speisewasser aus dem Kasten r in der Zisterne M; bei r′ ist das Abstellungsventil für die Pumpen sichtbar. In diesen Kasten r mündet außerdem das schon oben genannte untere Abzweigungsrohr t vom Exhauster; es hat den Zweck, das Speisewasser namentlich in dem Augenblicke vorzuwärmen, wo die Pumpen es aus dem Kasten r ansaugen. Oeffnet man zu dem Ende während des Ganges der Maschine die untere Drosselklappe in dem Nebenrohre des Exhausters mittelst der Zugstange t′, während die obere, mit der Zugstange t″ zusammenhängende Drosselklappe geschlossen bleibt, so geht ein Theil des verbrauchten Dampfes in den Kasten r und erwärmt das Wasser. Gewöhnlich wird durch diese Vorrichtung eine Erwärmung des Speisewassers um 50 bis 60° Cels. bewirkt. Entwickelt der Kessel Dampf genug und ist das Speisewasser im Tender bereits warm genug geworden, so verfährt man umgekehrt; es wird dann durch Oeffnung der obern Drosselklappe ein größerer Exhausterquerschnitt hergestellt und dadurch der Zug des Feuers gemäßigt, gleichzeitig auch dem Dampfe der Austritt aus den Zylindern erleichtert.

Außer den Pumpen O ist noch eine Dampfpumpe S vorhanden, die auf dem Führerstande P angebracht ist; gewöhnlich wird dieselbe gebraucht, wenn die Maschine stationirt und folglich die Pumpen O nicht zum Speisen des Kessels gebraucht werden können.

Die Tenderlokomotive ist mit einer Bremse versehen, die mit vier Klötzen auf die mittlere und hintere Achse wirkt. Durch die Kurbel an β wird sie erforderlichen Falls in Thätigkeit gesetzt.

Auf die kleinern Konstruktionstheile der Tenderlokomotive, als Wasserstandszeiger, Probir-, Dampf- und Wärmehähne, Dampfpfeife, Ablaßhähne an Kessel und Zylindern, Bekleidung, Stoßbuffer, Zughaken und Bahnräumer ꝛc. braucht hier nicht weiter eingegangen zu werden, weil sich dieselben durch Anschauen der Zeichnungen von selbst erklären.

Im Ganzen sieht man, daß die auf Tafel 57 und 58 dargestellten Lokomotiven, obgleich sie durch die Anbringung ihrer Zylinder, die einfache gekröpfte und die geraden gekuppelten Triebachsen so wesentlich verschieden, doch nach gemeinsamen Prinzipien gebaut sind. Besonders eigenthümlich ist bei der Tenderlokomotive nur der entbehrlich gewordene besondere Tender, durch dessen Vereinigung mit dem Dampfwagen die todte Last im Zuge reduzirt ist, während man sie gleichzeitig als Adhäsionsgewicht nutzbar gemacht hat.

III. Von den Organen des Dampfwagens und ihren Funktionen.

Prüft man nach Anleitung der oben gegebenen Beschreibungen den Dampfwagen genauer, so wird man finden, daß er zunächst aus zwei Haupttheilen besteht: dem Kessel als dem Quell der Dampfkraft, und dem Wagen, welcher diese Dampfkraft unmittelbar für Eisenbahnzwecke verfügbar macht; der dritte Haupttheil ist die Maschine oder der Mechanismus, welcher Kessel und Wagen verbindet.

Die drei Elemente der Lokomotive: Kessel, Wagen und Maschine können sehr verschiedenartig im Einzelnen konstruirt und zum Ganzen vereinigt werden, sie sind nach bestimmten Prinzipien anzuordnen und sollen zunächst getrennt aufgefaßt und untersucht werden. Fürs Erste soll die Maschine näher betrachtet werden.

1) Die Maschine.

a) Die Steurung. — Es ist der Mechanismus der Dampfzylinder nebst Kolben und Schiebern, welcher unter der Wirkung des arbeitenden Dampfes diesen auf die Kolbenflächen vertheilt, direkt und durch Expansion auf die Kolben wirken läßt, und die Zylinder wieder von dem gewirkt habenden Dampfe befreit. Die den Kolben mitgetheilte hin= und hergehende Bewegung wird durch die Pläulstangen auf die Kurbeln und Räder übertragen. Es ist die Aufgabe des ganzen Mechanismus, eine gewisse verlangte Arbeit zu verrichten, und von dem zu ihrer Erreichung wirkenden Dampfe den größten Nutzeffekt zu erlangen, oder, was dasselbe sagt: für die Einheit der Leistung das geringste in Dampf verwandelte Quantum Wasser und damit Brennmaterial zu verbrauchen.

Die Bewegungen der Kolben und Schieber stehen durch die Steurung in einem bestimmten Zusammenhange, welcher sich durch die gleichförmige Winkelgeschwindigkeit der Kurbeln und Exzentriks findet, so zwar, daß sie nach jeder vollständigen Umdrehung des Triebrades wiederkehren.

Um daher vollständigen Aufschluß über die Steurung zu erlangen, braucht man sie nur für einen Umgang des Triebrades zu analysiren, und da die Konstruktion für beide Seiten der Maschine identisch ist, braucht man die Untersuchung nur für einen Zylinder zu führen.

Die Winkelbewegung des Krummzapfens bedingt es, daß der Kolben sich von dem Ende seines Hubes nach der Mitte zu von Null auf die Geschwindigkeit des Krummzapfens selbst beschleunigt. Weil aber die beide Theile verbindende Pläulstange eine beschränkte Länge hat, so entspricht der halben Umdrehung des Krummzapfens in der vordern Zylinderhälfte ein größerer Weg als in der hintern, der Kurbel zunächst liegenden Zylinderhälfte; oder es gebraucht der Kolben für gleiche Wege von der Zylindermitte aus in der vorderen Zylinderhälfte weniger Zeit als in der hintern.

Je kürzer die Pläulstange, desto unsymmetrischer wird die Kolbenbewegung; beträgt z. B. das Verhältniß zwischen Kurbel und Pläulstangenlänge 1 : 6, so schließt die Kurbel, wenn der Kolben auf der Mitte des Zylinders steht, mit der Horizontalen Winkel von 84° und 96° ein, die durchschnittlichen Kolbengeschwindigkeiten in der vordern

und hintern Zylinderhälfte verhalten sich also wie 8 : 7. Theilt man bei derselben Pläulstangenlänge den Kolbenhub in 3 gleiche Theile, so sind die entsprechenden Winkel an der Kurbel gemessen 64°, 41° und 75°, oder die mittlern Geschwindigkeiten, mit denen sich der Kolben von vorn nach hinten in den auf einander folgenden Drittheilen seines Hubes bewegt, verhalten sich wie 6 : 9 : 5.

Ebenso, wie für den Kolben, ist die geradlinigte Bewegung des Steurungsschiebers eine nach der Mitte zu beschleunigte, die gleichfalls durch die Einwirkung der Konstruktionstheile unsymmetrisch ausfällt. Namentlich ist es die Winkelstellung der beiden Exzentriks nebst Exzentrikstangen, die Entfernung der Angriffspunkte der Exzentrikstangen von einander und ihre Länge gegen den Hub, ebenso die Winkelbewegung der übrigen Verbindungstheile der Steurung, welche hier von Einfluß sind; doch sind im Ganzen die Ungleichförmigkeiten nicht so bedeutend als bei der Kolbenbewegung, besonders wenn die Exzentrikstangen eine angemessene Länge haben. Bei gutkonstruirten Steurungen kann man sogar die zu beiden Seiten des Mittels liegenden Hublängen des Schiebers als gleichen Umdrehungswinkeln des Exzentriks entsprechend ansehen, so daß zur Erreichung einer gleichförmigen Dampfvertheilung nur übrig bleibt, durch Korrektur der Steurung dem Einflusse der beschränkten Pläulstangenlänge zu begegnen.

Vorläufig soll ein Schieber betrachtet werden, der durch ein einzelnes Exzentrik mit langer Exzentrikstange symmetrisch bewegt wird, und es soll angenommen werden, daß der Kolben mit der Kurbel durch eine sehr lange Pläulstange verbunden ist, so daß der Einfluß dieses Längenverhältnisses verschwindend klein ist.

Ein Schieberventil muß mindestens lang genug sein, daß es die beiden aus dem Schieberkasten nach dem Zylinder führenden Oeffnungen gleichzeitig decken kann. Ein solcher Schieber, wie Fig. 7 dargestellt, würde durch ein Exzentrik bewegt werden müssen, das mit der Kurbel in rechtem Winkel steht. Er würde den Dampf während ½ Umdrehung der Kurbel ein- und während der andern Hälfte auslassen. Für Hochdruckmaschinen im Allgemeinen will man aber die expansive Wirkung des Dampfes ausnutzen, und bei Lokomotiven will man außerdem eine große Kolbengeschwindigkeit entwickeln, und diese Zwecke sind mit einem solchen kurzen Schieber nicht zu erreichen. Seine Nachtheile können aber durch einen sogenannten langen Schieber, wie in Fig. 8

dargestellt, der die beiden Dampfkanäle um eine namhafte Länge überdeckt, fast vollständig beseitigt werden.

Der lange Schieber bedingt, daß er durch ein Exzentrik bewegt wird, welches über die rechtwinklige Stellung gegen die Kurbel hinaus dieser noch um so viel voreilt, daß der Schieber den Dampfkanal bereits öffnet, wenn der Kolben am Ende seines Hubes angelangt ist, um einen neuen Hub zu beginnen, und daß der ganze Hub des Schiebers größer ist, als die doppelte Ueberdeckung desselben. Die innere Weite des Schiebers muß dabei von der innern Entfernung der beiden Dampfkanäle nicht erheblich abweichen und in jedem Falle weit genug sein, um den gewirkt habenden Dampf frei auslassen zu können.

Verfolgt man die Wirkung des langen Schiebers in Bezug auf dieselbe Kolbenfläche während einer Umdrehung des Triebrades, so ist diese aufeinanderfolgend:

1) Die Admission des Dampfes aus dem Kessel in den Zylinder während eines Theils des Kolbenhubes.

2) Die Expansion des eingeschlossenen Dampfvolumens während eines weitern Theils des Kolbenhubes.

3) Die Exhaustion oder das Ausblasen des verbrauchten Dampfes, welches am Ende des Hingangs des Kolbens beginnt und sich während des größten Theils seines Rücklaufs fortsetzt; und

4) Die Kompression oder die Zusammendrückung des am Ende der Exhaustion im Zylinder zurückgebliebenen Dampfvolumens. Die Kompression bedingt einen Rückdruck auf den Kolben, durch sie wird aber der neue Kolbenhub, welcher wieder mit der Admission anhebt, eingeleitet.

Zur entsprechenden Vertheilung dieser Wirkungsperioden auf die ganze Umdrehung sind die in Betracht kommenden Elemente des Schiebers:

1) Die halbe Länge des Schiebers, welche gleich ist der halben äußern Entfernung der Dampfkanäle plus der äußern Ueberdeckung.

2) Der halbe Hub des Schiebers, welcher gleich ist der äußern Ueberdeckung plus der beabsichtigten größten Oeffnung des Dampfkanals.

3) Die lineare Voreilung des Schiebers, welche gleich ist der Ueberdeckung plus der Oeffnung des Schiebers beim Beginn des Kolbenhubes.

Die lineare Voreilung dividirt durch den halben Schieberhub gibt den Sinus des Voreilungswinkels für das Exzentrik.

4) Die innere Ueberdeckung des Schiebers, welche gleich ist der halben Differenz zwischen der innern Entfernung der Dampfkanäle und der Weite der Exhausteröffnung im Schieber.

Die innere Ueberdeckung kann positiv oder negativ sein, je nachdem die Weite der innern Höhlung kleiner oder größer ist, als die Entfernung der Dampfkanäle am Zylinder.

Von der Relation zwischen Kolben- und Schieberbewegung gibt Fig. 9 (Taf. 58) ein geometrisches Bild. Bezeichnet:

ln = den Kolbenhub = 22″,
cc′ = den Schieberhub = $4\frac{1}{2}$″,
cd = die größte Oeffnung des Schiebers = $1\frac{1}{4}$″,
de = die äußere Ueberdeckung = 1″, und
ab = die lineare Voreilung = $1\frac{5}{16}$″; ist also
die Oeffnung beim Beginn des Kolbenhubes = $\frac{5}{16}$″, ist ferner
die innere Ueberdeckung = 0 und die innere Voreilung damit ebenfalls = $1\frac{5}{16}$:

so ist für den Hingang des Kolbens die Fläche ifgh = der Admission des Dampfes auf den Kolben; während des Schieberweges de, oder der Fläche ikrg entsprechend, findet die Expansion des Dampfes Statt; bei k angelangt, beginnt die Exhaustion, welche für den Hingang durch die Fläche klm und für den Rückgang durch die Fläche nghik repräsentirt wird. Der Schieber schneidet dann vor Vollendung seines Rückganges im Innern wieder bei k ab und vollzieht die Kompression entsprechend der Fläche klm = der Fläche rng, mit welcher ganz am Ende dieses Rücklaufs die neue Admission fqg zusammenfällt, so daß im Ganzen qi die wirkliche Dampflinie der Admission bildet.

Es würde zu weit führen, auf die Konstruktion solcher Bewegungskurven des Schiebers hier weiter einzugehen; doch wird man sehen, daß man das Verhältniß zwischen Admission, Expansion, Exhaustion und Kompression beliebig ändern kann, je nachdem man den Schieberhub, die Ueberdeckung und die Voreilung verändert. Der Regel nach will man für verschiedene Leistungen der Lokomotive nur das Verhältniß zwischen Admission und Expansion ändern, d. h. man trachtet nur wenig neuen Dampf in der Maschine zu verwenden und die expansive Wirkung desselben möglichst auszunutzen, und hierzu genügt

es, nur eins der vorgenannten drei Elemente variabel machen zu können. Eine Steurung, die solches leistet, nennt man eine variable Expansionssteurung, und diese sind es, welche an den heutigen Lokomotiven ganz ausschließlich angebracht sind.

Expansionssteurungen mit veränderlicher Ueberdeckung können nur durch doppelte Schieber hergestellt werden: der untere Schieber ist dabei der kurze Schieber Fig. 7, der zur Dampfvertheilung so wie zum Vor- und Rückwärtsfahren dient; der obere Schieber gibt durch einen größern oder kleinern Hub, wie bei den Steurungen von Borsig, Edwards, Nasmyth und Hawthorn, oder auch durch seine Längenveränderung wie bei den Steurungen von Meyer, Farcot u. A. die Veränderlichkeit der Ueberdeckung.

Expansionssteurungen mit veränderlichem Voreilungswinkel existiren ebenfalls, u. A. von Fenton, wo jeder Schieber durch nur ein Exzentrik bewegt wird, das schraubengangförmig auf der Triebachse verschoben werden kann.

Von Expansionssteurungen mit veränderlichem Schieberhube ist zunächst die von Dodd herrührende Variation zu erwähnen, wobei der Hub der Exzentriks selbst verstellbar ist.

Die einfachste Methode aber, eine veränderliche Expansionssteurung herzustellen, ist durch die Veränderlichkeit des Hubes eines einfachen langen Schiebers gegeben, wie solcher Fig. 8 (Taf. 58) gezeichnet und bei den auf Tafel 57 und 58 dargestellten Maschinen zur Anwendung gebracht ist; weiter oben ist der bezügliche Mechanismus bereits beschrieben. Der Haupttheil dieser Steurung ist die zuerst von Rob. Stephenson angewandte Koulisse.

Die Anwendung der Koulisse nebst dem langen Schieber bezeichnet ohne Frage eine neue Epoche im Lokomotivbau; sie ist nicht das Produkt eines einzelnen Erfinders, sondern ist zumeist aus der ältern Gabelsteurung mit zwei festen Exzentriks für jede Zylinderseite hervorgegangen, um deren Einführung und Verbesserung sich in den Jahren 1837 bis 1843 die Engländer Hawthorn, Stephenson, Bury, Sharp, Buddicom, Jackson u. m. A. Verdienste erworben hatten. Die erste Idee der Koulisse selbst stammt von Williams her, von Howe wurde die erste brauchbare Koulissensteurung konstruirt und von Rob. Stephenson die erste Maschine mit einer solchen gebaut, unter Rob. Stephenson's Namen ist sie bekannt.

Die Kulisse wurde von Stephenson zuerst schwebend konstruirt, Fig. 10 zeigt diese Anordnung. Solche Koulisse wird mit den Punkten ihrer verschiedenen Hublängen, wie sie für eine größere oder kleinere Admission, zum Vor- oder Rückwärtsfahren geeignet sind, direkt mit der Schieberstange in Verbindung gebracht; sie muß nach dem Radius der Exzentrikstangen gekrümmt sein. Später wurden Steurungen mit sogenannten feststehenden Koulissen konstruirt, wovon Fig. 6 ein Bild gibt. Die Koulisse schwingt hier auf dem festen Hängeeisen und die Schieberzugstange wird auf die verschiedenen Hublängen eingestellt; diese Koulisse ist nach dem Radius der Schieberzugstange gebogen.

Beide Methoden führen bei richtiger Anordnung des ganzen Steurungsmechanismus zu einer Regelmäßigkeit und Zweckmäßigkeit der Dampfvertheilung, wie sie nur immerhin möglich, für die Praxis aber jedenfalls befriedigend ist, so daß überhaupt die Koulissensteurung mit einfachem langem Schieber besonders ihrer Einfachheit wegen als die vorzüglichste aller variablen Expansionssteurungen angesehen werden muß.

Für die Richtigkeit der Koulissensteurung sind die hauptsächlich zu beachtenden Punkte: 1) die Konstruktion der Koulisse mit der Lage ihres Aufhängepunkts und ihrer Angriffspunkte. Die Fig. 11, 12 u. 13 zeigen die üblichsten Konstruktionen. Fig. 12, wo das Hängeeisen e mit der Vorwärts-Exzentrikstange b bei a zusammenhängt, ist vorwiegend nur in der Fahrrichtung nach vorwärts richtig, während die Koulisse Fig. 13 so aufgehängt ist, daß die Steurung in beiden Richtungen gleich gute und möglichst vollkommene Resultate gibt. Der Aufhängepunkt liegt hier zwischen den Vertikalen durch die Angriffspunkte und vor der Mittellinie der Koulisse.

2) Die Lage und Länge des Umsetzungshebels nebst Hängeeisen, welche erstere so zu wählen, daß die Ausschlagwinkel sich halbiren, während die letzteren möglichst groß sein müssen.

3) Das Verhältniß der Hubhöhe der Exzentriks zu der Länge der Exzentrikstangen und der Länge der Koulisse. Die Exzentrikstangen resp. Schieberlenkstange sollten mindestens zwölf Mal und die Koulisse vier Mal so lang sein als der ganze Exzentrikhub. Dabei wird zweckmäßig der ganze Schieberhub in der Grenze von 3—5 Zoll angeordnet, wovon die Ueberdeckung zu 22 % und die Voreilung zu 7 % genommen wird.

4) Die relative Länge der Pläulstange. Die Pläulstange sollte mindestens die sechsfache Länge der Kurbel haben und auch hierbei bleibt der Fehler in der gleichmäßigen Dampfadmission noch ziemlich beträchtlich, so daß er besonders beseitigt werden muß, was am wirksamsten durch eine Verrückung des Aufhängepunktes an der Koulisse oder auch durch eine geringe Verkürzung des hintern Schieberendes geschieht.

Wird so eine Lokomotivsteurung als rationell konstruirt vorausgesetzt, so lassen sich ihre Resultate in Bezug auf die Dampfvertheilung ziemlich genau mit der Praxis übereinstimmend berechnen.

Die deßfallsigen Formeln sollen hier nicht angegeben werden, dagegen gibt die nachfolgende Tabelle I. die Dampfvertheilung durch einen Schieber der bei $^{13}/_{16}$" konstanter äußerer Ueberdeckung, $^{3}/_{16}$" konstanter äußerer Voreilung und $^{1}/_{8}$" innerer positiver Ueberdeckung zur Erlangung einer variablen Expansion verschiedene Hublängen macht.

Tabelle I.

Hub des Schiebers in Zollen.	In Prozenten des Kolbenlaufs.			
	Admission.	Beginn der Exhaustion bei	Expansion.	Kompression.
2	9,5	56,0	46,5	44,0
$2^{1}/_{8}$	25,0	72,5	47,5	27,5
$2^{1}/_{4}$	34,0	77,0	43,0	23,0
$2^{1}/_{2}$	45,5	84,0	38,5	16,0
$2^{3}/_{4}$	56,0	87,0	31,5	12,5
3	63,0	90,0	27,0	10,0
$3^{1}/_{4}$	67,0	92,0	24,5	8,0
$3^{1}/_{2}$	73,5	93,0	19,5	7,0
$3^{3}/_{4}$	77,0	93,5	16,0	6,5
4	80,0	94,0	14,0	6,0

Eben so ist nachstehend eine Tabelle gegeben, aus welcher bei der konstanten Voreilung von $^{1}/_{4}$" gewisse Ueberdeckungen und Schieberhube resultiren, die zur Erreichung bestimmter Admissionen und damit auch Expansionen angenommen werden müssen. Bei Konstruktion neuer Steurungen wird diese Tabelle II. von besonderem Werthe sein. Es

ist daraus ersichtlich, wie zur Erreichung geringer Admissionen stets große Ueberdeckungen nothwendig sind.

Tabelle II.

Schieber-Hub.	Admission in Prozenten des Kolbenlaufs.							
	Ueberdeckung.							
Zoll	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8
1 1/2	16							
1 3/4	46	14						
2	59	41	12					
2 1/4	68	54	37	11				
2 1/2	74	63	50	32	10			
2 3/4	79	69	59	46	31	9		
3	82	74	65	52	43	27	8	
3 1/2	87	81	74	66	56	48	36	10
4	90	85	80	73	68	60	51	38
4 1/2	92	88	84	79	75	68	63	54
5	93	91	87	83	79	74	69	63

b) Die Wirkung des Dampfs in den Zylindern. — Durch die Steurung wird die mechanische Wirkung des Dampfes in den Zylindern der Lokomotive bewerkstelligt; um die Wirkung selbst zu betrachten müssen zunächst die Eigenschaften des Dampfes, soweit sie hier in Betracht kommen, näher erörtert werden.

So lange der Dampf gesättigt, d. h. mit dem Wasser, seiner Mutterflüssigkeit, in Berührung ist, stehen Pressung, Dichtigkeit und Temperatur in unbedingtem Zusammenhange.

Ein Kubikfuß Dampf von atmosphärischer Pressung übt 14,7 Pfd. Druck pro □" aus, wiegt 0,03666 Pfund und hat gegen Wasser von 20° Cels. Temperatur, wovon 1 Kubikfuß 62,321 Pfund wiegt, ein relatives Volumen = 1700. Die latente Wärme solchen Dampfes beträgt 519,2° Cels., die fühlbare 100° Cels., ihre Summe = 619,2° Cels.

Nach Versuchen von Regnault und früher Pambour u. A. stehen Pressung und Volumen in nahezu umgekehrtem Verhältniß. Die Pressung des Dampfes ist eine Funktion der fühlbaren Wärme und wächst

wie diese größer wird. Die latente Wärme vermindert sich nahezu in demselben Maße, wie sich die fühlbare vermehrt, die Summe beider ist für hoch gespannte Dampfe nahezu konstant.

Folgende Tabelle III. gibt die Eigenschaften des gesättigten Dampfes: die erste Kolumne bezeichnet die Totalpressung in Pfunden pro □", d. h. die fühlbare oder beobachtete Pressung plus der atmosphärischen Pressung = 14,7 Pfund, wofür 15 Pfund in der Praxis angenommen werden kann. Die Eigenschaften des Dampfs von z. B. 75 Pfund Ueberdruck sind daher in der Linie für 90 Pfund Totalpressung zu finden:

Tabelle III.

Total-Pressung in Pfunden pro Quadrat-Zoll.	Relatives Volumen.	Temperatur nach Celsius.	Totalwärme nach Celsius.	Gewicht pro Kubikfuß
15	1669	100,5	619,2	0,0373
20	1280	108,8	612,9	0,0487
30	881	121,3	625,8	0,0707
40	677	130,7	628,0	0,0921
50	552	138,3	630,8	0,1129
60	467	144,8	632,2	0,1335
70	406	150,5	634,0	0,1535
80	359	155,5	635,3	0,1736
90	323	160,1	637,7	0,1929
100	293	164,3	638,8	0,2127
110	269	168,1	639,8	0,2317
120	249	171,7	640,6	0,2503
130	231	175,1	641,4	0,2698
140	216	178,2	642,0	0,2885

In Lokomotiven wird der aus dem Kessel zur Verwendung kommende Dampf, während er durch den Regulator, die Zuführungsrohre 2c. in die Zylinder abfließt, hinsichtlich seiner Pressung sehr verändert.

Zunächst enthält schon in den meisten Fällen der Dampf im Kessel kleine noch nicht verdampfte Wassertheilchen, die nach den Zylindern mit übergerissen werden, hier verdampfen und dadurch Temperatur

und Pressung herabziehen. Alsdann aber muß der neue Dampf stets eine Menge Wärme an die Zylinder abgeben, weil ihre mittlere Temperatur durch die darin vorgehenden Volumenänderungen des Dampfes bei der Admission, Expansion, Exhaustion und Kompression kleiner wird, als die Temperatur im Kessel. In dieser niedrigern Temperatur der Zylinder muß sich nothwendig ein Theil des eingelassenen Dampfes kondensiren, wodurch wieder eine Erniedrigung der Pressung bedingt wird.

Werden nun auch die Nachtheile des nassen Dampfes größtentheils dadurch beseitigt, daß man die Dampfzuleitungsröhren durch die Rauchkiste führt, welche vermöge der durch sie entweichenden Verbrennungsprodukte eine mittlere Temperatur von circa 300° Cels. hat, und kann sogar unter Umständen trockner Dampf auf diesem Wege durch die Rauchkiste um etwas überhitzt werden; so bleibt doch immer noch der Ausfall an Pressung durch die Kondensation im Zylinder. Lokomotiven mit inside-Zylindern, die in die warme Rauchkiste hineinragen und hier einen Theil der Wärme aufnehmen, sind daher gegen solche mit outside-Zylindern, die ohne besondere Dampfmäntel gegen Abkühlung nicht vollständig geschützt werden können, im Vortheil, wie weiter unten besprochen werden soll.

Eine weitere Verringerung der Pressung des Dampfes findet durch seine Geschwindigkeit und Reibung in den Zuleitungswegen Statt. Bezeichnet:

p = die Pressung des Dampfes in Pfunden pro □″.

p_1 = die Pressung des Mediums, in welches er fließt, ebenfalls in Pfunden pro □″.

w = das Gewicht des ausströmenden Dampfes pro Kubikfuß.

v = die Ausflußgeschwindigkeit in Fußen pro Sekunde, so ist der natürliche Verlust an Pressung, wenn der Dampf aus dem Kessel nach dem Zylinder fließt

$$p - p_1 = \frac{w \cdot v^2}{9216}.$$

Beträgt z. B. bei einer Lokomotive die Geschwindigkeit des Kolbens = 10′ und hat er den zwanzigfachen Querschnitt der Zuleitungskanäle, so daß die Geschwindigkeit in diesen = 200′ beträgt; ist ferner die Pressung im Kessel = 100 Pfund, das Gewicht pro Kubikfuß also = 0,2127 Pfund: so findet durch die entwickelte Dampfgeschwindigkeit

ein Verlust an Pressung von nahezu 1 Pfund Statt, oder der Dampf tritt mit nur 99 Pfund Pressung in die Zylinder.

Dieser Verlust an Pressung wird noch größer, wenn man die Reibungswiderstände beachtet, welche der Dampf an den Wandungen der Zuleitungsröhren und Kanäle zu überwinden hat. Auch treten diese Widerstände, welche sich der freien Bewegung des Dampfes entgegensetzen, nicht nur bei der Admission, sondern in erhöhtem Maße noch bei der Exhaustion des Dampfes auf, wo der in den Zylindern naß gewordene Dampf einen namhaften Rückdruck auf den Kolben während seines Ausströmens bedingt.

Vollständigen Aufschluß über die Wirkung des Dampfes in den Zylindern einer Lokomotive kann man nur dadurch erhalten, daß man die effektiven Pressungen wirklich mißt. Das Mittel dazu ist ein sogenannter Indikator, ein Instrument, welches mit einem Ende des Zylinders in Verbindung gebracht, während des Ganges der Maschine durch einen oder mehrere Triebradumgänge den stattgehabten Dampfdruck graphisch darstellt. Der Indikator zeichnet eine Kurve, die, durch ihre Ordinaten als effektive Pressungen, zusammengehalten mit den zugehörigen Kolbenstellungen als Abscissen, über die effektive Arbeitsleistung bei einem gewissen verbrauchten Dampfvolumen, so wie über die größere oder geringere Vollkommenheit der Dampfvertheilung durch die Steuerung, vollständigen Aufschluß zu geben im Stande ist.

Indikatoren der genannten Art sind von D. Gooch und M'Naught konstruirt und zu werthvollen Versuchen angewandt. Der von uns konstruirte und zu Versuchen benutzte Apparat zeichnet fortlaufende Pressungskurven, wie solche in Fig. 1 bis 4 auf Tafel 59 dargestellt sind.

Das Diagramm Fig. 1 ist von der hannoverschen Maschine Nro. 100 entnommen, die outside-Zylinder von 15'' Durchmesser bei 24'' Kolbenhub, 4 gekuppelte Triebräder von 5' Durchmesser hat und inklusive ihres verproviantirten Tenders 36 Tons wiegt. Das Diagramm wurde beschrieben, als die Maschine auf horizontaler Bahn eine Bruttolast von 86 Tons mit 3 geographischen Meilen Geschwindigkeit pro Stunde zog; der Dampfdruck im Kessel war dabei 90 Pfund, der Regulator war halb geöffnet und das Steurungshändel lag auf dem ersten Zahn nach vorwärts. Das Diagramm ist von der Vorderseite des Kolbens entnommen und zeigt von der Ordinate 0 anfangend,

die mit dem Beginn des Kolbenhubes korrespondirt, bei aa oder 32 % vom Kolbenhube das Ende der Admissionsperiode, während welcher im Zylinder eine nahezu konstante Pressung von 55 Pfund pro □″ Statt fand. Von hier ab expandirt der Dampf bis bei bb, d. i. auf circa 73 % vom Kolbenlaufe, was einer Expansionsperiode von 41 % entspricht und zugleich für den Hingang des Kolbens bis 100 % eine Exhaustion von 27 % nachweiset. Von der Ordinate 100 beginnt der Rückgang des Kolbens, wobei sich zunächst die Exhaustion bis zu cc, d. i. auf 73 % vom Kolbenlaufe fortsetzt, während welcher Zeit die Dampfspannung im Zylinder bis auf 6 Pfund pro □″ fällt. Bei cc oder den noch fehlenden 27 % vom Rücklauf des Kolbens endlich wird die Exhaustion unterbrochen und es beginnt die Kompression des eingeschlossenen Dampfvolumens, bis diese bei der Ordinate 0 wiederum mit der neuen Admission zusammenfällt.

Man sieht, daß der erste Theil des Diagramms die positiven Wirkungen, der zweite Theil aber die negativen Wirkungen auf den Kolben darstellt, es ist deshalb übersichtlicher, die einzelnen Diagramme als in sich zurücklaufende Figuren zu zeichnen, wie solches mit dem eben beschriebenen Diagramm in Fig. 2 geschehen ist. Die durch die Kurve eingeschlossene Fläche repräsentirt hier die wirksam gebliebenen Dampfpressungen.

In Fig. 3 sind noch einige andere, von der Maschine Nro. 100 bei ganz geöffnetem Regulator entnommene Diagramme gezeichnet, die respektiven Admissionsperioden von 32 %, 59 % und 79 % vom Kolbenlaufe zugehören. Man wird das Karakteristische dieser Figuren leicht erkennen.

Aus solchen Diagrammen, wie sie durch uns von verschiedenen Lokomotiven unter verschiedenen Umständen entnommen sind, und aus andern Versuchen von D. Gooch und K. Clark, wie sie letzterer in seinem Werke Railway Machinery veröffentlicht hat, können auf das Benehmen des Dampfes in Lokomotivzylindern allgemeine Schlüsse gezogen werden, die hier freilich nur kurz angedeutet werden können.

1) Während der Admission wird das Dampfdiagramm am meisten gehoben, d. h. die Pressung im Zylinder der im Kessel möglichst nahe gebracht, wenn der Regulator ganz geöffnet ist und sein Querschnitt mindestens $\frac{1}{20}$tel von dem des Zylinders beträgt. Dieser

Querschnitt ist auch für die ferneren Dampfzuleitungsröhren und Kanäle beizubehalten und alle Verengungen und scharfen Biegungen sind in denselben thunlichst zu vermeiden. Der Schieber muß zu Anfang des Kolbenhubes den Dampfkanal mit genug Voreilung öffnen und namentlich ist bei Maschinen, die eine große Kolbengeschwindigkeit entwickeln sollen, die Voreilung nicht unter $1/4$" zu wählen, für alle Maschinen wird für die Voreilung die Grenze von $3/16$ bis $5/16$" zweckmäßig inne gehalten. Das Längenmaß der Dampfkanäle ergibt sich bei der größten äußern Oeffnung des Schiebers von etwa 1" durch den oben genannten benöthigten Querschnitt, in der Regel wird er 2—4" kürzer ausfallen, als der Zylinder Durchmesser hat.

Der freie Raum, welcher am Ende des Kolbenhubes im Zylinder bleibt, muß möglichst klein sein und höchstens $3/4$" betragen, damit die Kompression der von Neuem beginnenden Admission gut vorarbeitet.

Bei outside-Zylindern ist das Diagramm während der Admission immer mehr herabgezogen als bei inside-Zylindern, weil bei ersteren die mittlere Temperatur geringer ist, daher der neue Dampf mehr Wärme an das Zylindermaterial abgeben muß. Es scheinen für outside-Zylinder Admissionen von 50—60 %, für inside-Zylinder solche von 30—40 % die vortheilhaftesten, in beiden Fällen kondensirt sich während der Admission die geringste Quantität Dampf zu Wasser.

Die englischen Versuche ergeben den Unterschied zwischen der Kesselpressung und der Maximumpressung im Zylinder für inside-Maschinen zu 4—12 Pfund per □"; unsere Versuche mit outside-Zylindern haben diesen Unterschied bei ganz geöffnetem Regulator zu 6—26 Pfd. per □" ergeben, je nachdem der zur Verwendung gekommene Dampf trocken oder mehr naß war.

2) Während der Expansion. Sobald der Dampfzufluß nach dem Zylinder durch den Schieber abgeschnitten ist, beginnt die Expansion des nunmehr isolirten Dampfvolumens; sie würde nach Maßgabe des Mariotte'schen Gesetzes vor sich gehen, wenn der Dampf zu Anfang der Expansion in normalem Zustande und der Zylinder nicht eben ein Ausgleicher der Temperatur wäre. So aber bleibt das Diagramm zu Anfang der Expansion, indem sich noch etwas während der Admission bereits kondensirtes Wasser in Dampf verwandelt, mehr

gehoben, fällt bei langen Expansionsperioden dann rasch und hebt sich, indem der Dampf vom Zylinder wieder Wärme aufnimmt, gegen das Ende der Expansion von Neuem. Im Ganzen wird während der Expansion im Zylinder etwas Wasser kondensirt. Die nachfolgende Tabelle IV. zeigt diese Verhältnisse für die Maschine Nro. 100 und für die drei Diagramme der Fig. 3, denen 90 Pfund Dampfspannung im Kessel zu Grunde liegt. Der Theil von a bis b ist in den Figuren die Expansionsperiode.

Tabelle IV.

Expansion in Prozenten des Kolbenlaufs.		Verhältniß des Anfangvolumens zum Endvolumen des Dampfes.	Für die Expansion beobachtete Pressungen in Pfunden pro Quadr.-Zoll		Aequivalente Wasser als Dampf vorhanden in Kubik-Zollen.		Differenz der Wasser-Aequivalente in Prozenten des Anfangsvolumens
Anfang.	Ende.		Anfang	Ende.	Anfang.	Ende.	
32	72	1 : 2,13	69	20	4,31	4,14	4,0
59	87	1 : 1,46	73	38	7,95	7,34	8,0
79	94	1 : 1,18	74	58	10,63	10,46	1,7

Aus diesen und andern Beobachtungen ist ersichtlich, daß Expansionen, deren Vortheil in Bezug auf mechanische Arbeit weiter unten besprochen werden soll, auch übertrieben werden können, indem sich, wenn das Anfangsvolumen kleiner als $1/3$ des Endvolumens wird, während der Expansion eine zu beträchtliche Menge Dampf kondensirt. Für outside-Maschinen wird das Verhältniß zweckmäßig auf 1 : 1,75 bis 1 : 2, für inside-Maschinen auf 1 : 2 bis 1 : 2,5 beschränkt.

3) Während der Exhaustion und Kompression. Man sieht aus den Diagrammen, daß ein Theil der Exhaustion von b bis zum Ende des Kolbenlaufs noch den positiven Dampfwirkungen zugehört, sie ist bis dahin eigentlich mehr eine Fortsetzung der Expansion, und es ist der Eigenthümlichkeit des langen Schiebers zu danken, daß er die während des Rücklaufs des Kolbens zu beschaffende Exhaustion einleitet und bewirkt, daß während des Rücklaufs von der Ordinate 100 bis cc eine genügende Entleerung des Dampfzylinders Statt finden kann. Die Ordinaten von 100 bis cc und diejenigen der Kompression von cc bis 0 geben die negativen Dampfwirkungen oder den Rückdruck auf den Kolben.

Der Rückdruck während der Exhaustion wächst mit der Kleinheit der sich dem ausströmenden Dampfe darbietenden Oeffnung und mit der Kolbengeschwindigkeit, besonders aber ist er von der Pressung abhängig, die der Dampf am Ende der Expansion hatte, und von der mehr oder weniger nassen Beschaffenheit des zu exhaustirenden Dampfquantums. Theoretisch genommen würde allerdings trockener Dampf von z. B. 45 Pfund Endpressung der Expansion, nach den Seite 511 gegebenen Erörterungen, wenn man wie dort Ausgangskanäle von $^1/_{20}$ Kolbenquerschnitt und 10′ Kolbengeschwindigkeit voraussetzt, mit $p - p_1 = 0{,}57$ Pfund Rückdruck auf den Kolben in die Atmosphäre exhaustiren können. In Lokomotiven sind die Umstände aber ganz andere, und faßt man den Rückdruck der Exhaustion mit demjenigen zusammen, welcher von der Kompression herrührt, so finden sich z. B. aus den Diagrammen Fig. 3 für den gesammten Rückdruck, wie er in der Maschine Nro. 100 thatsächlich Statt gefunden hat, die in nachfolgender Tabelle V. niedergelegten Zahlen:

Tabelle V.

Endpressung der Expansion.	Mittlerer Rückdruck auf den Kolben.	Verhältniß beider.
20 Pfund.	9 Pfund.	2,2 : 1
38 „	15 „	2,5 : 1
58 „	18 „	3,2 : 1

Aehnlich findet Gooch für die Maschine „Great Britain“ mit inside-Zylindern und sehr weiten Dampfkanälen und unter Umständen, wo der Dampf als ganz trocken zu betrachten war, die Zahlen der folgenden Tabelle VI.

Tabelle VI.

Endpressung der Expansion.	Mittlerer Rückdruck auf den Kolben.	Verhältniß beider
26 Pfund.	4,2 Pfund.	circa 6 : 1
38 „	5,1 „	
54 „	8,7 „	

Im Ganzen ist hiernach anzunehmen, daß der Rückdruck auf den Kolben im geraden Verhältniß mit der Endpressung der Expansion wächst, daß er aber für verschiedene Maschinen verschieden ausfällt und namentlich für outside-Maschinen, wo der Dampf wegen der Abkühlung der Zylinder diese in einem meist nassen Zustande verläßt, größer ist als für inside-Maschinen. Wenn man die innere Ueberdeckung am Schieber thunlichst auf Null hält, höchstens + $1/8$" nimmt, wenn man den Austrittskanal am Zylinder mindestens $1/10$ bis $1/14$ vom Zylinderquerschnitt macht, ihn also bei angemessener Länge 2 bis $2\frac{1}{2}$" weit nimmt, und dafür sorgt, daß der Dampf bis zur Blasrohrmündung nirgends einen kleinern Querschnitt findet als der genannte, so daß die Blasrohrmündung der kleinste Querschnitt für den Dampfausgang ist; so wird der Rückdruck auf den Kolben thunlichst klein. Man kann dann nach vielen Versuchen annehmen, daß bei 90 Pfund Kesselpressung und 50 % Admission der Rückdruck pro □" Kolbenquerschnitt beträgt: bei 300' Kolbengeschwindigkeit pro Minute für inside-Maschinen 13,5 Pfund, für outside-Maschinen 16,5 Pfund; bei 600' Kolbengeschwindigkeit wächst er dann respektive zu 18,8 Pfund und 21,8 Pfund pro □" an.

Mit dem Rückdruck auf den Kolben ist der Blasrohrwiderstand, d. h. diejenige Pressung durchaus nicht zu verwechseln, welche an der Mündung des Exhausterrohrs Statt findet, während aus dieser der Dampf sich in den Schornstein und damit in die Atmosphäre entladet. Während bei einer Triebradumdrehung der Dampf auf jede Kolbenseite ein Mal einen Rückdruck ausübt, dechargirt der Dampf in derselben Zeit durch den Exhaustor vier Mal, und zwar macht der exhaustirende Dampf regelmäßige Pulsationen mit Maximum- und Minimumpressungen.

Bei sehr engen Blasröhren kann die Maximum-Blasrohrpressung größer werden, als die mittlere Exhausterpressung im Zylinder. Als angemessene Blasrohrweite kann aber $1/12$ bis mindestens $1/24$ des Zylinderquerschnitts betrachtet werden und hierfür steigt die mittlere Blasrohrpressung höchstens von $1/4$ bis $1/2$ des gesammten mittleren Rückdrucks im Zylinder.

Wie die Exhausterpressung im Zylinder, so wächst auch die Blasrohrpressung im Allgemeinen mit der Endpressung der Expansion oder was dasselbe ist, mit der Länge der Admissionsperiode, außerdem aber mit dem Quadrate der Kolbengeschwindigkeit. Bezeichnet:

n das Verhältniß des Exhausterquerschnitts zum Zylinder,
n_1 das Verhältniß des Blasrohrquerschnitts,
v die Kolbengeschwindigkeit pro Minute,
a die Admission in Prozenten des Kolbenlaufs,
p den Druck im Kessel pro □",

so kann man nach unsern Ermittlungen den mittleren Rückdruck auf den Kolben ausdrücken durch

$$q = \frac{p}{90} \left\{ \frac{v \cdot n}{800} + \frac{a}{6} \right\} \text{ pro } \square''$$

und den mittleren Blasrohrwiderstand durch

$$q_1 = \frac{p}{90} \cdot \frac{r}{1000} \left\{ \frac{v \cdot n_1}{800} + \frac{a}{6} \right\} \text{ pro } \square''$$

wobei trockener Dampf und gut gegen Abkühlung geschützte Zylinder vorausgesetzt sind.

Ueber das Verhältniß der Arbeit des Dampfes in den Zylindern ist noch zu bemerken, daß, da die ganze Arbeit des Dampfes in und unter dem Drucke der Atmosphäre vor sich geht, welcher Pressung die negativen Wirkungen sich immer nur nähern können, in Lokomotiven hohe Kessel- und damit Admissionspressungen immer nur vortheilhaft sein können. Andererseits ist aber eine natürliche Grenze vorhanden, bis zu welcher hohe Admissionspressungen in Lokomotivzylindern noch vortheilhaft ausgenutzt werden können.

Aus vielen Versuchen mit Dampfdiagrammen geht hervor, daß der absolute Gewinn an mittlerer Pressung durch die Expansion für Admissionen in den Grenzen von 30—60 % vom Kolbenlauf nahezu konstant ist. Darunter und darüber hinaus wirkt die Expansion verhältnißmäßig ungünstiger und bei ganz geringen Admissionen wird der Vortheil der Expansion durch die Kondensation des Dampfes in den Zylindern und damit durch vermehrten Rückdruck wieder herabgezogen. Man ordnet Lokomotivzylinder ihrer Größe nach daher zweckmäßig so an, daß sich darin das admittirte Dampfvolumen nur in den Volumengrenzen von 1 : 1¼ bis höchstens 1 : 2¼ expandirt. Eine variable Expansionssteuerung, die dieses mit einfachem langem Schieber präzise leistet, erfüllt alle Bedingungen, die an eine gute ökonomische Dampfvertheilung gestellt werden können. Durch Expansionen in diesen Grenzen aber wird der nutzbare mittlere Dampfdruck, soweit er aus der Admission allein resultirt, um 50 bis 100 % erhöht, so daß der

durch die Admission stets von Neuem verbrauchte Dampf durch die Expansion zur Herstellung einer größern mittleren Pressung bis auf das Doppelte direkt ausgenutzt werden kann.

Die Arbeit des Dampfs in den Zylindern findet sich als Produkt aus der wirksamen mittleren Pressung mit dem Wege des Kolbens in der Zeiteinheit.

Das in Fig. 4 von der hannoverschen Maschine Nro. 106 für 46 % Admission gegebene Dampfdiagramm gibt, wenn man von 10 zu 10 % vom Kolbenhub auf der Linie der atmosphärischen Pressungen Ordinaten errichtet, folgendes Resultat:

Tabelle VII.

Wege in Prozenten des Kolbenlaufs.	Pressungen auf den Kolben in Pfunden pro Quadrat-Zoll.	
	positive während des Dampfganges.	negative während des Rücklaufs.
von 0 bis 10	78	50
„ 10 „ 20	79	15
„ 20 „ 30	79	9
„ 30 „ 40	79	9
„ 40 „ 50	77	10
„ 50 „ 60	66	10
„ 60 „ 70	48	11
„ 70 „ 80	42	11
„ 80 „ 90	33	12
„ 90 „ 100	24	13
Summe der Pressungen:	605	150
Im Mittel:	60,5 Pfd.	15 Pfd.

Die Differenz, d. i. 60,5 — 15 = 45,5 Pfund, gibt demnach die effektive mittlere Pressung, welche während des ganzen Kolbenlaufs pro □″ Kolbenfläche wirksam gewesen ist, als jenes Diagramm Fig. 4 beschrieben wurde. Um dies Beispiel weiter auszuführen, haben die Zylinder der Maschine Nro. 106 19″ Durchmesser oder 283,5 □″ Kolbenfläche und 27″ = 2¼′ Kolbenhub. Der Dampf vollbringt also während eines Triebradumganges an jeder Kolbenseite

$283{,}5 \cdot 45{,}5 \cdot 2{,}25 = 29045$ Fußpfund mechanische Arbeit, oder im Ganzen an allen vier Kolbenseiten $4 \cdot 29045 = 116180$ Fußpfund mechanische Arbeit.

Die Maschine Nro. 106 hat Triebräder von 4,6″ Durchmesser und das Diagramm wurde beschrieben als sie 2,3 geographische Meilen Geschwindigkeit pro Stunde entwickelte. Die geographische Meile zu 24335 englische Fuß gerechnet, legte sie also pro Minute = 932′ zurück oder machte $\frac{932}{4{,}5 \cdot 3{,}14} = 66$ Umgänge und hatte $66 \cdot 2\frac{1}{4} \cdot 2 = 297'$ Kolbengeschwindigkeit pro Minute.

Die Maschine entwickelte also pro Minute $66 \cdot 116180$ oder $297 \cdot 2 \cdot 283{,}5 \cdot 45{,}5 = 7667946$ Fußpfund oder $\frac{7{,}667{,}946}{33{,}000} = 232$ Pferdekräfte mechanische Arbeit.

Allgemein findet sich, wenn bezeichnet:

p_1 = die mittlere effektive Pressung im Zylinder,
d = den Zylinderdurchmesser in Zollen,
h = den Kolbenhub in Zollen,
D = den Triebraddurchmesser in Fußen und
V = die Geschwindigkeit in geographischen Meilen pro Stunde,

die als Arbeit der Maschine entwickelte Anzahl von Pferdekräften

$$N = \frac{p_1 \cdot d^2 \cdot h \cdot V}{976 \cdot D} \quad \ldots (1)$$

Zur Bestimmung dieser Arbeit ist es also nur nöthig, die wirksame mittlere Pressung p_1 zu kennen; da es aber nicht immer möglich ist, Dampfdiagramme herzustellen um p_1 zu finden, so ist nachstehend hierfür eine praktische, aus vielen Versuchen abgeleitete Formel gegeben, welche p_1 als Funktion von der Kesselpressung und der Größe der Admission erscheinen läßt, Elemente, die bei jeder Maschine durch Messung leicht festgestellt werden können.

Bezeichnet:

p = die Pressung im Kessel pro □″,
a = die Admission des Dampfes in Prozenten des Kolbenlaufs,
so findet sich:

$$p_1 = \frac{p}{90} \left\{ 10 \sqrt{a} - 22 \right\} \quad \ldots (2)$$

welche Formel annäherungsweise für alle Kolbengeschwindigkeiten zwischen 200—600′, alle Kesselpressungen von 60—120 Pfund und Admissionen zwischen 25—75 % gebraucht werden kann. Die mittlere effektive Pressung und damit der Nutzeffekt des Dampfes wächst hiernach nur mit der Quadratwurzel aus der Admission, woraus der ökonomische Vortheil geringer Admissionen, folgeweise großer Expansionen wieder direkt ersichtlich ist.

Der Wasserverbrauch wächst im Allgemeinen, wenn man von den kleinen Unregelmäßigkeiten, welche durch die Kondensation und nassen Dampf bedingt sind, absieht, mit der Länge der Admissionsperiode, wie solches auch aus Tabelle IV. ersichtlich ist. Weil aber für die Einheit der Leistung, wie diese aus dem Dampfdiagramm hervorgeht, außer der Admission auch noch die andern positiven und negativen Wirkungen des Dampfes in Betracht kommen, so läßt sich der Wasserverbrauch für die Arbeitseinheit auch nur durch Vergleichung des Dampfdiagramms mit dem Wasseräquivalent der Admission feststellen.

Trägt man die Wasseräquivalente in Pfunden pro Stunde, wie sie sich aus vielen Versuchen für die Arbeitseinheit von 1 Pferdekraft durch Dampfdiagramme für verschiedene Admissionen ergeben, auf einer Abscissenachse als Ordinaten auf, so legt sich durch deren Endpunkte eine gerade Linie, welche die Endordinaten für 0 und 100 % vom Kolbenlauf bei 18 und respektive 34 Pfund schneidet. Bezeichnet daher a = die Größe der Admission in Prozenten des Kolbenlaufs, so findet sich aus dieser Thatsache für den Wasserverbrauch pro Pferdekraft in der Stunde

$$w = (0{,}16 \,.\, a + 18) \text{ Pfund} \quad . \; . \; . \; (3)$$

und daraus der gesammte Wasserverbrauch einer Lokomotive, welche mit N Pferdekräften arbeitet, pro Stunde zu

$$W = \frac{N \,.\, w}{62{,}3} \text{ Kubikfuß.}$$

Aus Formel (3) geht hervor, daß es in Lokomotiven überhaupt unmöglich ist, die Leistung einer Pferdekraft mit einem geringern Wasserverbrauch als circa 20 Pfund pro Stunde zu erreichen, er kann für große Admissionen bis 30 Pfund und mehr steigen. Ein geringerer Wasserverbrauch würde eine noch größere Ausnutzung des Dampfes durch Expansion und eine fortgesetzte Verringerung des

Rückdrucks nahe an oder gar unter die atmosphärische Pressung voraussetzen. Könnte man in Lokomotiven das Blasrohr entbehren und statt dessen wie in den alten Niederdruckmaschinen eine Kondensation im luftverdünnten Raume herstellen, so würde damit ein Weg gegeben sein, eine größere Ausnutzung des Dampfes durch Expansion und einen geringern Abgang am Dampfdiagramm durch Rückdruck zu erreichen.

Kondensationsapparate, wie sie bis jetzt an Lokomotiven angebracht sind, verdienen indeß diesen Namen als solche durchaus nicht; sie sind Wasservorwärmer, bei denen ein Theil des verbrauchten Dampfes statt durch das Blasrohr in das Tenderwasser gelassen wird. Da aber das Tenderwasser unter dem Drucke der Atmosphäre steht, so kann überhaupt nur Dampf in das Wasser gelangen, wenn die Blasrohrpressung die atmosphärische Pressung um die Druckhöhe des Wassers im Tender übertrifft. Welchen Gewinn diese Apparate als Wasservorwärmer in Aussicht stellen, wird weiter unten gezeigt werden.

2) Der Kessel.

a) Vom Kokeverbrauch. — Zur Erzeugung des für die Lokomotive benöthigten Dampfs gebraucht man als Brennmaterial: Koke, Steinkohle, Braunkohle, Torf und Holz, je nachdem diese Brennmaterialien verhältnißmäßig billiger zu beschaffen sind. Backende Steinkohlen werden am besten verkokt angewandt, weil sie direkt verbraucht ein zu dichtes Feuer geben, durch das die Luft nicht reichlich genug hindurchdringen kann; dieses mag auch der Grund sein, weshalb man lange Zeit hindurch Koke fast ausschließlich gewählt hat. Erst in der Neuzeit hat man Steinkohle direkt viel zur Verwendung gezogen, und hat bei der Wahl guter, mehr trocken verbrennender Steinkohlen gefunden, daß der Brennwerth derselben pro Gewichtseinheit gegen den des Koke wenig zurückbleibt, so daß man durch Ersparung der Verkokungskosten mit der Steinkohle große ökonomische Vortheile erzielt.

Zur Beurtheilung der für Lokomotivkessel in Betracht kommenden Verhältnisse soll hier guter Koke vorausgesetzt werden, für andere Brennmaterialien lassen sich dann nach Feststellung ihrer respektiven Brennwerthe leicht desfallsige Abstraktionen machen.

Koke ist verkohlte Steinkohle und enthält außer reinem Kohlenstoff gegen 5% Asche und in der Regel 1—2% Schwefel. 1 Pfund Koke erfordert zur vollständigen Verbrennung 12 Pfund atmosphärische Luft und bildet damit $3^2/_3$ Pfund Kohlensäure und $9^1/_3$ Pfund Stickstoff, zusammen 13 Pfund Verbrennungsprodukte. Oder: 1 Pfund Koke erfordert 160 Kubikfuß atmosphärische Luft um zu reiner Kohlensäure zu verbrennen.

In Lokomotivkesseln wird ein Theil des Brennmaterials nur in Kohlenoxydgas verwandelt, andererseits streicht ein großer Theil Luft durch das Feuer ohne Gelegenheit zu finden, sich mit dem Kohlenstoff zu verbinden; man kann deshalb annehmen, daß thatsächlich 1 Pfund Koke zu seiner Verbrennung 200 Kubikfuß atmosphärische Luft von 15° Cels. erfordert.

Absolut genommen entwickelt 1 Pfd. Kohlenstoff 7760 Wärmeeinheiten und ist daher nach Tabelle III. im Stande, bei vollständiger Verbrennung in Dampf von 90 Pfd. Ueberdruck = 105 Pfd. Totalpressung $\frac{7760}{639,3 - 15} = 12,45$ Pfd. Wasser von 15° Cels. umzuwandeln.

In Lokomotivkesseln wird statt reinen Kohlenstoffs Koke verbrannt, weshalb schon circa 5% wegen des Aschegehalts verloren geht; alsdann geht die Wärme der Verbrennungsprodukte, wie solche in der Rauchkiste Statt findet, verloren: nimmt man die Rauchkistentemperatur zu 300° Cels. an und berücksichtigt, daß die spezifische Wärme der Luft = 0,2669 von der des Wassers ist, so gehen durch die nutzlose Erwärmung jener 200 Kubikfuß Luft, die im Gewichte 15 Pfund Wasser gleichkommen, $\frac{15 \,.\, 0,2669 \,.\, 300}{12,45 \,.\, 639,3} = 15\%$ Brennstoff verloren; endlich kann man den Wärmeverlust durch geringe Dampfentweichungen und durch Ausstrahlung der Wärme zu 5% und den Verlust an Wärme, welcher durch die hygroskopische Beschaffenheit des Koke, also durch seinen Wassergehalt herbeigeführt wird, zu mindestens 2% rechnen.

Im Ganzen findet daher ein Wärmeverlust von 5 + 15 + 5 + 2 = 27% Statt, wenn man in Lokomotivkesseln Dampf von 90 Pfund Ueberdruck mittelst Verbrennung von Koke erzeugt, und es kann daher thatsächlich mit einem Pfund gutem Koke nur 12,45 . 0,73 = circa 9 Pfund Wasser von 15° Cels. verdampft werden.

Bezeichnet daher unter der Voraussetzung, daß der Verbrennungsprozeß in einer Lokomotive ein möglichst vollkommener ist, k = das pro Pferdekraft und pro Stunde in einer Lokomotive zu verbrennende Kokequantum in Pfund, so ist nach der Formel (3) für den Wasserverbrauch:

$$k = \frac{w}{9} = \frac{(0{,}16\,a + 18)}{9} \text{ Pfund } \ldots (4).$$

In der Regel wird man bei Kesseln, die keine besonders vollkommene Feuerungsanlage haben, und bei solchen, die mehr nassen Dampf produziren, nur auf 8 Pfund in Dampf verwandeltes Wasser für 1 Pfund Koke rechnen dürfen und hätte dann $k = \frac{(0{,}16\,a + 18)}{8}$ Pfund Kokeverbrauch pro Pferdekraft in 1 Stunde.

Es ist aber angenommen, daß Luft und Speisewasser eine Temperatur von nur 15° Cels. haben, und es ist einleuchtend, daß höhere Ursprungstemperaturen zu günstigern Resultaten führen müssen.

Eine Konstruktion, die zum Verbrennen nöthige Luft vorzuwärmen, wurde von uns im Jahre 1854 versucht: die Luft wurde dabei in einem Außenmantel des Schornsteins aufgefangen, strömte von hier durch ein in der Rauchkiste befindliches Röhrensystem, und wurde dann in den wohlverschlossenen Aschkasten geleitet; die Luft wurde auf diesem Wege indeß nur um circa 100° Cels. erwärmt, was eine Kokeersparniß von 5% in Aussicht stellte. Faktisch betrug die Kokeersparniß aber nur circa 3%, wahrscheinlich weil die Maschine behuf Heranziehung der Luft durch das Röhrensystem etwas mehr Blasrohrpressung bedingte. Im Vergleich zu seinen Kosten war der Apparat daher unpraktisch.

Mehr ist von der Erwärmung des Speisewassers zu erwarten. Wird mit 1 Pfund Koke $\frac{7760\ .\ 0{,}73}{639{,}3 - 15} = 9$ Pfund Wasser von 15° Cels. zu 90 Pfund Ueberdruck verdampft, so verwandelt dagegen 1 Pfund Koke, wenn man eine Ursprungstemperatur von 100° Cels. für das Speisewasser voraussetzt, $\frac{7760\ .\ 0{,}73}{639{,}3 - 100} = 10{,}5$ Pfund Wasser in solchen Dampf, was einer Kokeersparniß von circa 15% gleichkommt.

Als Mittel zur Erreichung solcher Vorwärmung des Speisewassers sind drei Arten von Konstruktionen angegeben: Entweder

leitet man einen Theil des durch das Blasrohr entweichenden Dampfes in den Tender und erwärmt so das Speisewasser bis auf circa 100° Cels. Eine solche Konstruktion ist von Kirchweger, eine andere von D. Gooch u. A. angegeben. Sie sind unter dem Namen Kondensationsvorrichtungen bekannt. Oder zweitens: man leitet das Druckrohr der Speisepumpe durch ein in der Rauchkiste befindliches Röhrensystem, wofür eine Konstruktion von Mac Connel angegeben ist. Oder drittens: die von Beatie angegebene Konstruktion, wo die Vorwärmung des Speisewassers durch einen Theil des Blasrohrdampfes in der Rauchkiste vorgenommen wird.

Die Vorrichtungen, bei denen die latente Wärme des entweichenden Dampfes zur Vorwärmung ausgenutzt wird, empfehlen sich am meisten, nur können sie leicht dahin führen, daß die Blasrohrpressung und damit der Rückdruck auf den Kolben erhöht wird, weil nunmehr der Rest des für das Blasrohr noch verbleibenden Dampfes zur Erzeugung des Zuges im Feuer genügen muß. Die Vorrichtungen stellen aber alle, wenn sie das Speisewasser auf 100° Cels. bringen, 15% Kokeersparniß in Aussicht. Praktisch macht sich die Sache nicht ganz so günstig: so wird bei Kirchweger's Einrichtung das ganze im Tender befindliche Wasser zugleich erwärmt, die Wirkung beginnt also erst, wenn alles Wasser im Tender bereits namhaft erwärmt worden ist, worüber eine gewisse Fahrzeit verfließt. Andererseits wird es dem Führer einer im Dienst befindlichen Lokomotive immer möglich sein, auch ohne besondere Vorrichtungen mit dem überflüssigen, sonst durch die Sicherheitsventile entweichenden Dampfe während des Stationirens rc. sein Tenderwasser auf eine höhere mittlere Temperatur als 15° Cels. zu erwärmen. Alles zusammengerechnet kann man annehmen, daß praktisch genommen durch die genannten Vorwärmeeinrichtungen 10% Koke erspart werden können, so daß durch ihre Anwendung in besonders guten Kesseln wohl 10 Pfund Wasser, in weniger guten Kesseln 9 Pfund Wasser mit 1 Pfund Koke verdampft werden können. Man wird daher die unter (4) gegebene Formel als gute Mittelzahl für alle Verhältnisse beibehalten können, und hat den Kokeverbrauch für besonders gute Kessel mit Vorwärmeeinrichtungen 10% geringer, für andere schlechtere Kessel ohne solche 10% größer pro Pferdekraft und Stunde anzunehmen, als er aus $k = \frac{(0{,}16 \;.\; a + 18)}{.\;\; 9}$ resultirt.

b) Von den Verhältnissen der Lokomotivkessel. — Vergleicht man den Kessel eines Dampfwagens, dessen Arbeitsleistung oft die Ziffer von 300 Pferdekräften erreicht, mit den Kesseln von stationären Dampfmaschinen, so ist es erstaunlich, wie kompendiös und von wie kleinen Dimensionen diesen Kesseln gegenüber Lokomotivkessel sind. In einem verhältnißmäßig sehr kleinen Raume muß eine sehr große Menge Wasser verdampft und folgeweise eine sehr große Menge Koke verbrannt werden, und doch stehen verdampftes Wasser und Kokeverbrauch in einem so günstigen Verhältniß, als es bei stationären Kesseln selten der Fall ist.

Es ist die Intensität des Feuers hervorgerufen durch die Wirkung des Blasrohrs, welche bewirkt, daß auf einer verhältnißmäßig kleinen Rostfläche zu gleicher Zeit eine große Menge Koke verbrennen kann. Die erforderliche Luft wird mit großer Geschwindigkeit durch das Blasrohr angesogen, und es ist Bedingung für einen guten Lokomotivkessel, daß die Verbrennungsprodukte hinreichend freien Abzug finden und zugleich durch eine dargebotene hinreichend große Heizfläche Gelegenheit haben, ihre Hitze an das diese Heizflächen umgebende Wasser abzusetzen. Sind diese Bedingungen erfüllt, so ist, weil die Blasrohrpressung mit dem Rückdruck auf den Kolben in bestimmtem Zusammenhange steht, derjenige Lokomotivkessel der günstigste, welcher mit der kleinsten Blasrohrpressung jene Intensität der Verbrennung erzeugt, oder bei dem das größte Vakuum über der Kohlenschicht in der Feuerkiste Statt findet.

Setzt man eine angemessene Höhe der Kokeschichte über dem Roste voraus, so ist die Menge des Koke, welche unter sonst gleichen Umständen auf dem Roste verbrannt werden kann, der Größe der Rostfläche direkt proportional. Die Verhältnisse des Kessels in der Feuerungsanlage und den Zugwegen kann man daher auch auf die Rostfläche beziehen, die ebenso mit der Heizfläche für das Maximum des Nutzeffekts in bestimmtem Zusammenhange stehen muß.

Vermöge des Vakuums in der Rauchkiste, das sich abgeschwächt bis in die Feuerkiste und bis auf den Rost fortsetzt, dringt die kalte Luft durch den Rost ein und wird unter Verbrennung im Feuer auf circa 1500° Cels. erwärmt. Die Verbrennungsprodukte geben diese Hitze an die Wände der Feuerkiste und der Siederohre ab und werden auf ihrem Wege in die Rauchkiste bis auf circa 300° Cels. wieder

abgekühlt. Da die freie Wärme im Kessel nach Tabelle III. bei 90 Pfund Ueberdruck 165° Cels. beträgt, so sieht man, daß die letzte Wärme der Verbrennungsprodukte nicht ganz ausgenutzt wird. Um aber eine möglichst vollständige Ausnutzung herbeizuführen, müssen die Verbrennungsprodukte möglichst lange mit den Heizflächen in Berührung bleiben, sie müssen beim Durchgehen durch die Siederohre keine zu große Geschwindigkeit haben, d. h. es muß vor allem ein hinreichender Siederohrquerschnitt oder eine hinreichende Anzahl Siederohre vorhanden sein. Ist diese vorhanden, so influirt die Länge der Siederohre, wenn sie nur in den üblichen Grenzen von 10—14 Fuß gehalten wird, viel weniger, weil sie nur zu der letzten verhältnißmäßig schwachen Ausnutzung der Hitze beitragen kann.

Nach Abstraktion von guten Lokomotivkesseln muß für 1□′ Rostfläche betragen: der freie Raum zwischen den Roststäben 0,25 bis 0,33□′, der Querschnitt der Siederohre mindestens 0,20—0,25□′, der Rohrringquerschnitt in der Feuerkiste und ebenso der in der Rauchkiste mindestens 0,15—0,20□′. Alsdann kann es zur Erzeugung eines wirksamen Vakuums als ein gutes Verhältniß betrachtet werden, wenn für 1□′ Rostfläche die Rauchkiste $2\frac{1}{2}$—3 Kubikfuß Inhalt hat, und der Schornsteinquerschnitt 0,12—0,15□′ beträgt. Zur möglichsten Beseitigung des Rückdrucks auf den Kolben kann dann das Blasrohr möglichst weit sein, so daß man ihm mindestens für 1□′ Rostfläche $\frac{1}{144}$ bis $\frac{1}{96}$□′ Querschnitt geben kann. Die untere Schornsteinöffnung muß gut in die Form der Rauchkiste übergehen und das Blasrohr darf nicht in den Schornstein hineinreichen.

Das Vakuum betreffend, so beträgt es unter solchen Verhältnissen in der Rauchkiste $\frac{1}{14}$, in der Feuerkiste in der Regel $\frac{1}{28}$ der Blasrohrpressung in Pfunden pro □″, und es wächst die verdampfte Wassermenge mit der Quadratwurzel aus dem Vakuum. Da nun nach der oben für die Blasrohrpressung gegebenen Formel diese zum größten Theil mit dem Quadrate der Geschwindigkeit der Maschine wächst, so folgt, daß ein gut konstruirter Lokomotivkessel einen Dampfwagen durch vermehrte Verbrennungsintensität im Allgemeinen unter allen Geschwindigkeiten hinreichend mit Dampf versehen kann. Natürliche Grenzen, die sich durch die Geschwindigkeit der Verbrennungsprodukte und durch den konstanten Theil der Formel für die Blasrohrpressung motiviren, sind selbstverständlich.

Was die Größe der Rostfläche selbst betrifft, so haben Versuche ergeben, daß man auf 1□' Rostfläche pro Stunde 150 Pfund Koke verbrennen kann, daß es aber für den Nutzeffekt des Koke am vortheilhaftesten ist, wenn man den Rost so einrichtet, daß bei der Maximumleistung der Maschine pro Stunde auf 1□' Rostfläche nicht mehr als 100 Pfund Koke verbrannt zu werden brauchen.

Bezeichnet daher: N' = die Anzahl der als Maximumleistung zu entwickelnden Pferdekräfte, so findet sich: F = der für den Kessel benöthigten Rostfläche, aus (4):

$$F = \frac{(0{,}16\,a + 18)}{900} \, . \, N_1 \text{ in } \square' \ldots . (5)$$

Die Heizfläche komponirt sich aus der direkten, in den Feuerkistenwänden enthaltenen und aus der indirekten, durch die Sieberohre gegebenen Heizfläche. Nach Versuchen von D. Gooch will es scheinen, als ob die verdampfte Wassermenge sich allein nach der Größe der direkten Heizfläche regelte, und zwar, daß pro □' Feuerkistenfläche 2 Kubikfuß Wasser pro Stunde verdampft würden. Es ist aber wohl zu beachten, daß diese Versuche mit ähnlichen Kesseln, bei denen meist ein Verhältniß zwischen direkter und indirekter Heizfläche von 1 : 10 bis 1 : 12 existirte, angestellt sind.

Aus andern und eigenen Versuchen geht hervor, daß es zur Erreichung der größten ökonomischen Verdampfung, d. i. pro 1 Pfund Koke 9 Pfund Wasser in guten gewöhnlichen und bis 10 Pfund Wasser in guten Kesseln mit vorgewärmtem Speisewasser, vor allem erforderlich ist, daß die Gesammtheizfläche eine Größe hat, die das 80- bis 100fache der Rostfläche beträgt, und daß die kleinere 80fache Heizfläche genügt, wenn dabei das Verhältniß zwischen direkter und indirekter Heizfläche höchstens 1 : 12 ist, daß aber das 100fache der Rostfläche als Gesammtheizfläche Statt finden muß, wenn die Feuerkiste verhältnißmäßig kleineren Antheil daran hat und jenes Verhältniß zu 1 : 15 anwächst.

Die Länge der Sieberohre betreffend, so folgt hieraus, daß die Praxis dafür, die Grenze von 10 bis 14 Fuß inne zu halten, sehr gerechtfertigt ist, daß man aber ökonomisch am besten verfährt, wenn man für direkte und indirekte Heizfläche über das Verhältniß von 1 : 12 bis 1 : 13 nicht hinausgeht: man bekommt dann bei einer nur wenig größeren Feuerbüchse kürzere Sieberohre, kann sie zur Vervollkommnung der Feuerungsanlage in größerer Zahl anwenden, und

braucht mit ihrer Länge niemals über 10—12 Fuß hinauszugehen, während dann die 90fache Rostfläche als Heizfläche unter allen Umständen ausreicht, um die größte ökonomische Verdampfung zu bewirken. Mit kürzern Siederohren von höchstens 12′ Länge kann man also gegen längere von 14 Fuß $^1/_{10}$ der Gesammtheizfläche ersparen, was wegen der Anschaffungskosten der Maschine sehr wohl zu beachten ist.

Es ist indeß zu bemerken, daß für andere, namentlich stark flammende Brennmaterialien sich diese Verhältnisse etwas ändern müssen, und daß hier nur von Kokefeuerung direkte Rede ist.

Nimmt man als gute Mittelzahl für Kokefeuerung zum Verhältniß zwischen Rost- und Heizfläche 1 : 90 an und bezeichnet durch H = die für einen Lokomotivkessel für den größten ökonomischen Effekt des Brennmaterials benöthigte Heizfläche, so findet sich aus (5):

$$H = \frac{0{,}16 \;.\; a + 18}{10} \;.\; N_1 \text{ in } \square' \;.\;.\;.\; (6).$$

Ist das Verhältniß zwischen Rost- und Heizfläche ungünstiger als 1 : 90, so kann in einem solchen Kessel allerdings auch noch eine Verdampfung mit dem größten ökonomischen Nutzeffekt des Brennmaterials Statt finden, nur kann dies günstige Verhältniß nicht mehr bis zur Maximalarbeitsleistung der Maschine bestehen, oder die Maschine bekommt dann eine eigene ökonomische Maximalarbeitsleistung, bei der sie für geringern Kokebrand als 100 Pfund pro □′ Rostfläche auch entsprechend weniger Wasser verdampft.

Folgende Tabelle VIII. gibt die Relationen zwischen der pro Stunde verdampften Wassermenge, der Größe der Rost- und Heizflächen, wenn die Verdampfung für den größten ökonomischen Effekt des Brennmaterials, d. i. mit 900 Pfund = 14,5 Kubikfuß Wasser durch 100 Pfund Koke geschieht; es ist daraus für bestehende Kessel der vortheilhafteste Wasserverbrauch ersichtlich, und es würde z. B. eine Maschine mit 12□′ Rostfläche bei 968□′ Heizfläche mit dem größten ökonomischen Nutzeffekt nur 160 Kubikfuß Wasser pro Stunde verdampfen können, während sie unter derselben Voraussetzung bei 1155□′ Heizfläche 200 Kubikfuß verdampfen könnte.

Tabelle VIII.

Wasserverbrauch pro Stunde in Kub.-Fußen.	Rostfläche in Quadrat-Fußen.								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Heizfläche in Quadrat-Fußen.								
60	516	549	578	605	633	658	684	708	732
80	595	633	667	698	730	759	789	816	844
100	668	711	749	784	820	853	886	917	948
120	730	777	818	857	896	932	968	1002	1036
140		840	884	926	968	1008	1047	1083	1120
160			948	993	1038	1008	1122	1161	1200
180				1052	1100	1144	1189	1230	1272
200					1155	1202	1249	1292	1336
220						1263	1312	1358	1404
240							1372	1420	1468
260								1478	1528

Der wirkliche Wasserverbrauch eines Lokomotivkessels ist größer, als hier angegeben, weil stets etwas Wasser mit dem Dampfe fortgerissen wird und durch Lecken verloren geht; es kann bei schlechtkonstruirten Kesseln und bei schmutzigem Kesselwasser der Verlust an Wasser gegen 25% betragen. Für die Produktion von wirklich trockenem Dampf ist es wichtig, daß der Dampfraum groß genug und namentlich die Dampfnahme sich möglichst hoch über einem möglichst ausgedehnten Wasserspiegel befindet. Daneben müssen die Siederohre möglichst weit gestellt sein, damit die sich zwischen den untern Reihen entwickelnden Dampftheilchen ohne großen Widerstand auf die Wasseroberfläche kommen können.

Endlich ist hier zu erwähnen, daß Lokomotivkessel stark gebaut sein müssen, um mit einem Arbeitsdruck von mindestens 100 Pfund pro □″ mit Sicherheit in Gebrauch genommen zu werden; der Vortheil hochgespannter Dampfe ist oben genugsam beleuchtet.

3) Der Wagen.

Der Dampfwagen muß, in seiner Eigenschaft als Wagen betrachtet, hinreichende Adhäsion für die Zugkraft auf den Schienen geben,

und er muß so konstruirt und sein Gewicht so wohl auf den Rädern vertheilt sein, daß er bei den größten Geschwindigkeiten den größtmöglichen Grad von Stabilität hat.

Das ganze Gewicht des Dampfwagens wird hauptsächlich durch die Größe des Kessels, der Zylinder und der Räder bedingt, und steht deshalb zumeist mit der größten mechanischen Arbeit, welche er leisten soll, im Verhältniß; dagegen muß die Adhäsion, welche die Belastung der Triebachsen auf den Schienen auszugeben hat, mit der größten verlangten Zugkraft im Einklange stehen. Das ganze Gewicht schwankt für verschiedene Lokomotiven zwischen 18 und 36 Tons und vertheilt sich auf sämmtliche Achsen; es kommt auf die Stellung der Achsen und das für die ursprüngliche Triebachse entfallende Belastungsgewicht an, ob solches zu den beabsichtigten Zwecken als Adhäsionsgewicht genügt, oder ob mehrere Achsen in Triebachsen durch Kuppelung umgewandelt werden müssen.

Der Dampfwagen ist, namentlich wenn er sich mit großer Geschwindigkeit in der Bahn bewegt, vielen Störungen seiner Stabilität unterworfen, und es ist hauptsächlich sein Gewicht, das ihn in der Bahn niederhält und die Störungen ausgleicht oder unschädlich macht. Zudem fällt der Vorderachse die Aufgabe zu Theil, die Lokomotive in der Bahn zu leiten, weshalb sie vor allem gut belastet sein und möglichst weit nach vorn liegen muß.

Im Allgemeinen ist für Lokomotiven die Anordnung von drei festen Achsen vorzuziehen und dabei die Radbasis so weit als thunlich auszudehnen, um die Unebenheiten des Bahnoberbaus für das Fuhrwerk möglichst auszugleichen und das Gewicht desselben besser darüber zu vertheilen. Für Bahnen mit nur flachen Kurven kann man feste Radstände von 14, 16, ja selbst 18 Fuß adoptiren, während man sich bei Bahnkurven von 1000 Fuß Radius mit 11 bis 12 Fuß Radstand genügen lassen muß und bei noch schärferen Krümmungen zu Lokomotiven mit beweglichen Radgestellen übergeht.

Bei allen Lokomotiven, die im dienstfähigen Zustande eine fast unveränderliche Lage ihres Schwerpunkts haben, steht das für die einzelnen Achsen entfallende Belastungsgewicht zu der Stellung dieser Achsen in einem festen Verhältniß. Bezeichnet z. B. nach Fig. 14 auf Taf. 58:

C, D, E, = die auf den drei Achsen einer sechsrädrigen Lokomotive ruhenden Gewichte,

W = ihre Summe,

m, n = die Entfernungen der Achsen von einander,

x = die Entfernung des Schwerpunkts von der Mittelachse,

so wird dies feste Verhältniß durch die Formel

$$Cx + E(m + x) = D(n - x)$$

ausgedrückt, woraus man die einzelnen Größen bestimmen kann, z. B.

$$D = \frac{Em - Wx}{n} \text{ ꝛc.}$$

Durch die Tragfedern kann dies Verhältniß geändert werden und namentlich kann bei sechsrädrigen Lokomotiven die Mittelachse auf Kosten der Endachsen mehr be- oder entlastet werden.

Die Federn haben vor Allem die Unebenheiten in der Bahn für das Fuhrwerk auszugleichen, es ist deshalb eine lange Federbasis günstig, und besonders empfehlenswerth, zwei benachbarte Achsen mit gemeinschaftlichen Balancierfedern zu versehen und der dritten Achse eine Querfeder zu geben, so daß die Maschine nur mit drei Punkten auf den Federn ruht. Die Tendermaschine auf Tafel 58 zeigt diese Anordnung. Ebenso müssen die Tragfedern in der Querrichtung der Maschine möglichst weit auseinander gestellt werden, für schnellfahrende Maschinen ist es gut, die Federn außerhalb der Räder zu stellen, wie es bei der auf Tafel 57 dargestellten Lokomotive für die Vorder- und Hinterachse geschehen ist.

In Rücksicht auf die Haltbarkeit der Schienen sollte die größte Belastung einer einzelnen Achse für Maschinen mit großer Geschwindigkeit 10 Tons, bei kleineren Geschwindigkeiten höchstens 12 Tons betragen. Die Vorderachse, wenn sie nur Laufachse ist, muß wenigstens mit 5—6 Tons belastet sein, während im gleichen Falle für die Hinterachse 3—4 Tons genügen, alles incl. des Achsengewichts, das für sich genommen möglichst eingeschränkt werden muß. Der Schwerpunkt der Maschine muß im Allgemeinen circa 6 Zoll von der Mittelachse liegen.

Ist durch die allgemeine Anordnung des Dampfwagens sein stabiler Gang thunlichst gesichert, so kommen durch die schwingenden und rotirenden Massen des Bewegungsmechanismus und ebenso durch die Uebertragung der Wirkung des Dampfs auf die Räder, dennoch mannichfache Störungen der Stabilität vor, die weiter zu betrachten sind.

Von den Theilen des Bewegungsmechanismus sind es hauptsächlich die Massen der Kolben mit Kolbenstange und Kreuzkopf, der Pläulstangen (bei gekuppelten Maschinen auch der Kuppelstangen) und der Kurbeln, welche Horizontal- und Vertikalstörungen für die Maschine hervorrufen, theils weil während ihrer Bewegung die Lage des Schwerpunkts der Maschine verrückt wird, theils auch weil diese Massen Trägheitsmomente und Zentrifugalkräfte bedingen, die sich bald an der einen, bald an der andern und bald an beiden Seiten der Maschine zugleich, als positive oder negative Größen äußern. Die Lokomotive bekommt dadurch eine Tendenz, sich während ihres Fortschreitens abwechselnd um eine vertikal, oder um eine horizontal, oder um eine quer durch die Maschine gedachte Achse zu drehen, die hierdurch hervorgerufenen Störungen kann man durch die Namen „Schlängeln," „Schaukeln," „Stoßen" und „Nucken" der Maschine bezeichnen.

Es würde zu weit führen, auf eine detaillirte Erörterung aller dieser, das innere Gleichgewicht des Dampfwagens störenden Erscheinungen einzugehen, und es sei nur bemerkt, daß man in der Praxis eine Ausgleichung derselben durch Anbringung von Gegengewichten in den Triebrädern herbeizuführen sucht.

Wird die bezügliche Anordnung in Fig. 5, Tafel 59 für eine Maschine mit außerhalb der Triebachse liegenden Zylindern, und in Fig. 6 für eine solche mit inside-Zylindern dargestellt gedacht, und bezeichnet:

K = das auf die Kurbelwarze reduzirte Gewicht der Kurbel,

L = das Gewicht der Pläulstange,

M = das Gewicht des Kolbens nebst Kreuzkopf,

r = die Länge der Kurbel = dem halben Kolbenhube,

r_1 = die Entfernung des Schwerpunkts des in den Triebradspeichen anzubringenden Gegengewichts von der Achsenmitte, ferner

h = die Entfernung der Zylindermitten und

h_1 = die Entfernung der Radmitten von einander,

so findet sich das Gewicht des zur Aufhebung aller Horizontalstörungen erforderlichen Gegengewichts zu:

$$Q = \frac{h + h_1}{2 h_1} (K + L + M) \frac{r}{r_1} \quad . \; . \; . \; (7)$$

und das zur Aufhebung der Vertikalstörungen erforderliche Gegengewicht zu:

$$Q_1 = \frac{h + h_1}{2h_1}\left(K + \frac{L}{2}\right)\frac{r}{r_1} \ . \ . \ . \ (8),$$

welche Formeln für Maschinen mit einfachen Triebachsen und horizontalen Zylindern direkt gelten. Bei gekuppelten Maschinen ist das den gekuppelten Achsen zu gebende Gegengewicht, wenn bezeichnet:

L_1 = das Gewicht der Kuppelstange,

K_1 = das reduzirte Kurbelgewicht und

h_2 = die Entfernung der Kuppelstangen:

$$Q_2 = \frac{h_2 + h_1}{2h_1}\left(K_1 + \frac{L_1}{2}\right)\frac{r}{r_1}$$

gleichmäßig für die Horizontal- und Vertikalstörungen.

Bei gekuppelten outside-Maschinen ist das Gegengewicht der Triebachse stets um $\frac{h_2 + h_1}{2h_1}\left(\frac{L_1}{2}\right)\frac{r}{r_1}$ zu vergrößern, bei gekuppelten inside-Maschinen stehen Kuppel- und Pläulstangen in der Regel um 180° verschieden und das Gewicht $\frac{h_2 + h_1}{2h_1}\left(K_1 + \frac{L_1}{2}\right)\frac{r}{r_1}$ ist dann dem Gegengewichte der Triebachse abzusetzen.

Man sieht aus (7) und (8), daß jede Maschine zwei verschiedene Gegengewichte Q und Q_1 bedarf, je nachdem man die Horizontal- oder Vertikalstörungen aufheben will, und daß $Q > Q_1$ ist. Man kann aber in jedem Rade nur ein Gegengewicht von bestimmter Größe anwenden, und nimmt man als solches Q aus (7), so folgt, daß man damit ein Gegengewicht in den Radspeichen haben würde, welches zwar die Horizontalstörungen vollständig aufhebt, dagegen aber für die Vertikalstörungen zu groß ist, so daß es eine neue Zentrifugalkraft in entgegengesetzter Richtung hervorrufen muß.

In der Praxis thut man daher wohl, als Gegengewicht

$$q = \frac{Q + Q_1}{2} \ . \ . \ . \ (9)$$

zu wählen, wobei nur noch der Einfluß der etwaigen Kuppelstangen zu berücksichtigen bleibt.

Die Formeln (7), (8) und (9) berücksichtigen indeß immer erst den Einfluß der trägen Massen auf jeder Seite der Maschine für sich genommen, während wegen des gegenüberliegenden Triebrades noch eine Wirkung hinzukommt. Allgemein läßt sich diese Einwirkung ausdrücken durch

$$P = \frac{h - h_1}{2h_1}(K + L + M)\frac{r}{r_1} \text{ und}$$

$$P_1 = \frac{h - h_1}{2h_1}\left(K + \frac{L}{2}\right)\frac{r}{r_1}. -$$

Wegen Q und resp. Q_1 muß das Gegengewicht der Kurbel entgegengesetzt angebracht werden, während die kleineren Gegengewichte P und P_1 mit der Kurbel einen Winkel von 90° umschließen müßten, der nach rechts oder links liegt, je nachdem für outside- oder inside-Maschinen P und P_1 positiv oder negativ ausfallen; es ist dieses in Fig. 7 und 8 dargestellt. Die Größe desjenigen Gegengewichts, welches die Störungen, wie sie von beiden Seiten herrühren, ausgleicht und ebenso der Winkel, in dem dasselbe anzubringen ist, findet sich daher durch

$$S = \sqrt{Q^2 + P^2} \text{ und } S_1 = \sqrt{Q_1{}^2 + P_1{}^2}$$

und daraus wie früher $G = \frac{S + S_1}{2}$ als das an der betreffenden Stelle im Triebrade anzubringende Gegengewicht.

Was ferner die Störung der Stabilität betrifft, welche von der Wirkung des Dampfs in den Zylindern herrührt, so beschränkt sich dieselbe bei Maschinen mit horizontalen Zylindern (und man kann Maschinen, deren Zylinder keine größere Neigung als 1 : 5 haben, in dieselbe Kategorie zählen) auf den Druck, welchen die Pläulstange auf die Gleitbahn oder die Parallelführung der Kolbenstange ausübt. Beim Vorwärtsfahren der Maschine wird immer nur die obere Gleitbahn, beim Rückwärtsfahren stets nur die untere Gleitbahn gedrückt. Beträgt z. B. bei einer Maschine mit 15zölligen Zylindern, die mit 40 Pfund mittlerem wirksamem Dampfdruck pro □″ Kolbenfläche nach vorwärts fährt, die Länge der Pläulstange das 6fache der Kurbellänge, so wird die Maschine abwechselnd an jeder Seite um $\frac{15^2 \pi . 40}{6} = 1173$ Pfund gehoben, und ist dabei jedes Vorderrad mit 9000 Pfund belastet, so vermindert sich diese Belastung abwechselnd um $\frac{1173}{9000} = \frac{1}{7,6}$tel, um welchen Betrag die Tragfedern der Vorderachse fortwährend affizirt werden. Es folgt hieraus die Wichtigkeit, die Vorderachse jeder Lokomotive gut zu belasten, sie gut nach vorwärts zu stellen und die Parallelführungen dem Schwerpunkte

der Maschine thunlichst zu nähern, ebenso die Pläulstange möglichst lang zu machen.

Andere äußere Anlässe für die Störungen der Stabilität finden sich in der Höhenlage des Schwerpunkts der ganzen Maschine, in den Unebenheiten der Bahn, und in den Ausnutzungen der Räder und Achsbüchsen.

Auch ist hier zu erwähnen, daß es zur weitern Beseitigung der Horizontalstörungen im Gange der Maschine, namentlich des Schlängelns, und ebenso, um dem Fuhrwerk die Fähigkeit zu geben, leicht den Bahnkurven folgen zu können, nöthig ist, die Räder mit konischen Radkränzen zu versehen. Je nach der Größe der zu durchfahrenden Kurvenradien macht man den Konus der Radkränze auf den Durchmesser der Räder bezogen 1 : 10 bis 1 : 6. Ist die Bahn in den Kurven sehr weit gelegt, wie es bei breiten Radkränzen möglich ist, so kommt man mit dem geringern Konus aus. Bezeichnet allgemein:

R = den Radius der zu durchfahrenden Bahnkurve,
d = den Durchmesser der Räder,
b = die Gleisweite (von 4′ 8½″) in der geraden Bahn,
a = die Gleiserweiterung in der Kurve,
$\frac{1}{n}$ = den Konus der Räder, so ist

$$n \,.\, b \,.\, d = 2 \,.\, a \,.\, R \;...\; (10).$$

Nachdem somit die Bedingungen angegeben sind, denen ein Dampfwagen als Fuhrwerk betrachtet im Allgemeinen entsprechen muß, soll noch auf einige der üblichsten Anordnungen, wie man sie für die Konstruktion von Lokomotiven gewöhnlich trifft, hingewiesen werden.

Für Personenzuglokomotiven, die in der Regel nur eine Triebachse mit Rädern von 5 bis 7 Fuß Durchmesser haben, ist die üblichste Konstruktion, sie sechsrädrig und die Triebachse zur Mittelachse zu machen. Die Maschine auf Tafel 57 zeigt eine solche Maschine mit inside-Zylindern, wie sie auf englischen Bahnen zumeist im Gebrauche ist. Sie zeichnet sich durch einen besonders ruhigen Gang aus, obgleich ihr Schwerpunkt ziemlich hoch liegt.

In Deutschland findet sich meist die ganz ähnliche Anordnung, nur mit outside-Zylindern für Personenzüge. Bei diesen Maschinen ist zwar gegen die vorhergehende die Ausnutzung des Dampfs etwas untergeordnet und auch die Störungen der Stabilität lassen sich nicht

ganz so vollkommen beseitigen; dagegen hat sie den Vortheil der etwas tieferen Lage des Schwerpunkts und besonders den der größeren Einfachheit, die in Bezug auf die Unterhaltung so wesentlich ist.

Beide Maschinen müssen in der Regel bei der kleinsten Kessellänge von 10—11 Fuß einen Radstand von 13—14 Fuß bekommen. Kann man der Bahnverhältnisse wegen einen so langen Radstand nicht anwenden, so muß man zur Annahme eines langen Kessels von 12 bis 14 Fuß Länge schreiten, unter dem dann die drei Achsen Aufnahme finden.

Die Crampton'sche Personenzuglokomotive ist in Fig. 15, Tafel 58 dargestellt. Diese Konstruktion ist günstig durch die möglichst tiefe Lage des Schwerpunkts und durch die Anbringung der outside-Zylinder in der Mitte der Maschinenlänge. Dagegen kann bei dieser Anordnung die Triebachse höchstens ²/₅ der Totallast bekommen, so daß zur Erlangung eines Adhäsionsgewichts von 10 Tons ein Totalgewicht der Maschine von 25 Tons erforderlich ist, während andere Personenzuglokomotiven, die die Triebachse in der Mitte haben, dieses Adhäsionsgewicht schon bei 18—20 Tons Totalgewicht zulassen.

Eine Güterzuglokomotive gibt die Konstruktion auf Tafel 57, wenn man die Hinterräder von gleicher Größe mit den Triebrädern macht und mit diesen kuppelt. Die Hinterachse bekommt hier aber nur wenig Last, weshalb Federn mit Balancierkonstruktion zwischen den gekuppelten Rädern zu empfehlen sind. Solche Maschine mit großen Rädern würde sich auch für gemischte Züge besonders eignen.

Die in Fig. 16 (Taf. 58) dargestellte Konstruktion mit Langkessel und kurzem Radstande eignet sich für gemischte und Güter-Züge für Bahnen mit starken Kurven bis zu 1000′ Radius.

Gewöhnlich baut man Güterzuglokomotiven mit nur zwei gekuppelten Achsen, die zusammen ein Adhäsionsgewicht von 20—24 Tons geben; die gekuppelten Achsen sollten stets durch Balancierfedern ihre Last aufnehmen. Die Laufachse ist gewöhnlich Vorder-, oft aber auch Hinterachse, und weil für die Hinterachse ein kleineres Belastungsgewicht genügt, so ist die letzte Konstruktion für solche Maschinen, die nur für Güterzüge gebraucht werden, sehr zu empfehlen.

Eine Lokomotive mit drei gekuppelten Achsen ist weiter oben beschrieben und auf Tafel 58 dargestellt.

Fig. 17 stellt eine andere Tenderlokomotive dar, mit gleichfalls drei gekuppelten Achsen und Rädern von nur 3′ 6″ Durchmesser. Diese Maschine ist von Engerth in Wien für die Semmeringbahn konstruirt und zeichnet sich durch ihr in der Linie **a a** drehbares Untergestell aus, wodurch es ihr möglich wird, in Kurven von 600 Fuß Radius mit Sicherheit zu fahren. Der an dieser Maschine angebrachte Apparat, auch die Belastung der beiden Hinterachsen (die unter sich gekuppelt werden können) in Adhäsionsgewicht umzuwandeln, scheint sich indeß nicht bewährt zu haben.

IV. Von der Kraftentwicklung des Dampfwagens.

Die Forderung, welche an jede Lokomotive gestellt wird, ist: einen Eisenbahnzug — Train — mit einer gewissen Geschwindigkeit zu befördern.

Dieser Leistung bieten sich verschiedene Widerstände dar, welche bestehen:

1) aus der Reibung der Lokomotive, herrührend
   a. von ihrer Eigenschaft als Wagen,
   b. von ihrer Eigenschaft als Maschine,
2) aus der Reibung des Tenders,
3) aus der Reibung der Eisenbahnwagen,
4) aus dem Luftwiderstande,
5) aus den Widerständen, welche mit den Unvollkommenheiten der Bahn und der Fuhrwerke zusammenhängen,
6) aus dem Widerstand, welcher durch die Einwirkung der Schwerkraft beim Befahren von geneigten Ebenen herbeigeführt wird, und
7) aus dem Widerstande beim Befahren von Bahnkurven.

Von allen diesen Widerständen ist der unter 6) genannte fast der einzige genau bestimmbare, alle andern sind je nach den verschiedenen Einflüssen, Verhältnissen und Umständen so verschieden, daß sie sich durch allgemeine theoretische Formeln nicht ausdrücken lassen. Auch sind einige dieser Widerstände konstant, andere wachsen einfach und noch andere, wie die unter 4) und 5) genannten, mit dem Quadrate der Geschwindigkeit. Kommt dazu, daß naturgemäß die den großen Widerstandsbetrag ausgebende Achsenreibung je nach den in demselben

Zuge oft sehr verschiedenen Verhältnissen zwischen Achsschenkel- und Raddurchmesser, der Größe und Form der Achsschenkel, der Eigenthümlichkeit des Achslager-, wie des Schmiermaterials verschieden ist, daß ebenso der Luftwiderstand, während er an sich mit dem Quadrate der Geschwindigkeit des Zuges wächst, außerdem von der Form, Größe und Anzahl der Eisenbahnfuhrwerke im Vergleich mit ihrem Bruttogewichte und von der Stärke und Richtung des Windes abhängig ist: so wird man einsehen, daß sich für die Praxis höchstens Mittelwerthe angeben lassen, die aus der Erfahrung abgeleitet sind.

Höchst schätzenswerthe Versuche über den gesammten Trainwiderstand sind von D. Gooch und K. Clark angestellt und in dem Werke des Letzteren „Railway Machinery" veröffentlicht. Aus diesen Versuchen zusammen mit den aus unsern eigenen Versuchen gewonnenen Resultaten sollen die nachfolgenden Angaben gemacht werden. Leider muß es dabei für den Umfang der gegenwärtigen Abhandlung genügen, zu erwähnen, daß unsere Resultate mit Hülfe von Dampfdiagrammen gewonnen sind, die beim Befahren verschiedener horizontalen, geraden, gekrümmten und ansteigenden Bahnstrecken mit verschiedenen Lasten und verschiedenen Lokomotiven genommen wurden. Die Statt gehabte mittlere wirksame Pressung der Dampfdiagramme muß unter allen Umständen das genaue Maß des Trainwiderstandes sein. Andere ergänzende Versuche sind mit allein laufenden Wagen und Maschinen an geneigten Ebenen angestellt.

Setzt man eine sehr gute horizontale Bahn und Eisenbahnfuhrwerke voraus, die in bester Ordnung sind und an denen das Verhältniß zwischen Achsschenkel und Raddurchmesser nicht ungünstiger ist als 1 : 12, ebenso ganz ruhige Luft, und bezeichnet V = die Geschwindigkeit des Bahnzuges in geogr. Meilen pro Stunde, so läßt sich für jede Tonne Bruttogewicht des ganzen Eisenbahnzuges der Gesammtwiderstand in Pfunden der Formel unterordnen:

$$8 + 0{,}15\ V^2 \ldots \quad (11).$$

Der konstante Widerstand von 8 Pfund kann für weniger günstige Verhältnisse, wo die Fuhrwerke nicht gut in Federn hängen, oder nicht vollkommen geschmiert sind, bis zu 10 Pfund anwachsen, so daß für 1 Tonne Bruttogewicht der Widerstand $= 10 + 0{,}15\ V^2$ Pfund wird.

Ferner findet sich der Widerstand, welchen Eisenbahnwagen allein ergeben, wenn sie ohne Lokomotive auf der Bahn laufen, pro Tonne ihres Bruttogewichts im Durchschnitt zu:

$$(7 + 0{,}1\ V^2)\ \text{Pfund} \ldots (12).$$

Und endlich findet sich der Bewegungswiderstand der Lokomotive mit Tender, wenn sie sich allein auf der Bahn fortbewegt, pro Tonne ihres Bruttogewichts zu

$$(12 + 0{,}5\ V^2)\ \text{Pfund bis}\ (24 + 0{,}5\ V^2)\ \text{Pfund} \ldots (13),$$

je nachdem die Lokomotive eine einfache Triebachse hat oder mit zwei- oder dreifach gekuppelten Rädern versehen ist.

Zieht die Lokomotive einen Eisenbahnzug, so kommt wegen der dadurch in den Triebachs-, Pläul- und Kuppelstangenlagern vermehrten Reibung zu der angegebenen Maschinenreibung aus (13) noch eine sogenannte additionelle Reibung, welche aber in der Formel (11) mit enthalten ist.

Bezeichnet demnach P = das Bruttogewicht des ganzen Wagenzuges in Tons, Q = das Gewicht von Maschine und Tender in Tons, so wird man für die Praxis den Gesammttrainwiderstand am besten durch die Formel ausdrücken:

$$R = (P + Q)\ (9 + 0{,}15\ V^2)\ \text{Pfund} \ldots (14).$$

Dieser Formel gegenüber kann sich indeß der Widerstand für mehr ungünstige Verhältnisse: Wind, namentlich starken Seitenwind, schlechten Zustand der Bahn, schmutzige Bahnschienen, reparaturbedürftige Fuhrwerke, auch solche, deren hohe Lage des Schwerpunkts zu unverhältnißmäßig starkem Schwanken Veranlassung gibt, reparaturbedürftige Maschinen, die durch Stoßen und todtes Spiel in ihrem Mechanismus Extrawiderstände verursachen, und endlich bei schlechter Schmierung der Wagen- und Maschinenachsen leicht um 40, ja selbst um 80% vergrößern, was bei Anwendung von Formel (14) sehr wohl zu beachten ist.

Der Widerstand durch die Schwerkraft auf geneigten Ebenen findet sich, wenn $\frac{1}{e}$ = das Steigungsverhältniß bezeichnet, zu

$$(P + Q) \cdot \frac{2240}{e} \ldots (15).$$

Der Widerstand, welchen Bahnkurven der Bewegung entgegensetzen, hängt sehr von dem Radius der Kurven, dem Radstande der

Fuhrwerke, der Länge des Wagenzuges und der Geschwindigkeit ab. Den Widerstand in Kurven von 1200' Radius kann man im Allgemeinen 10—20% größer schätzen, als er sich aus (14) ergibt.

Folgende Tabelle IX. ergibt den Trainwiderstand pro Ton Bruttogewicht von Maschine, Tender und Wagenzug für gerade Bahn bei verschiedenen Geschwindigkeiten und Steigungsverhältnissen, nach Formel (14) und (15).

Tabelle IX.

Geneigte Ebenen von	Geschwindigkeit in geogr. Meilen pro Stunde.					
	2	4	6	8	10	12
	Widerstand pro Ton in Pfunden.					
horizontal	9,6	10,4	14,4	18,8	24,0	30,6
1 : 1000	11,8	12,6	16,6	21,0	26,2	32,8
1 : 500	14,0	14,8	18,8	23,2	28,4	35,0
1 : 300	17,0	17,8	21,8	26,2	31,4	38,0
1 : 200	20,8	21,6	25,6	30,0	35,2	41,8
1 : 100	32,0	32,8	36,8	41,2	46,4	53,0
1 : 80	37,6	38,4	42,4	46,8	52,0	58,6
1 : 60	46,9	47,7	51,7	56,1	61,3	—
1 : 40	64,6	66,4	70,4	—	—	—

Mit dem Gesammttrainwiderstande muß zuerst die Adhäsion der Maschine im Einklange stehen, d. h. die Größe des Widerstandes, welchen die Triebräder des Dampfwagens auf den Bahnschienen erzeugen, indem sie durch den Mechanismus der Maschine umgedreht und vermöge des auf ihnen lastenden Gewichts gegen die Schienen gepreßt werden.

Die Adhäsion beträgt je nach dem Zustande der Schienen $^1/_7$ bis $^1/_{14}$ von dem auf den Triebrädern ruhenden Gewichte; für mittlere Witterungsverhältnisse kann man $^1/_{10}$ annehmen, so daß man durch jede Ton Belastungsgewicht 224 Pfund Adhäsion hat, also auch 224 Pfund Trainwiderstand überwinden kann. Hiernach würde man z. B. nach Tabelle IX. mit einem Adhäsionsgewicht von 10 Tons, das sich durch

eine einfache Triebachse erreichen läßt, ein Traingewicht von 155 Tons auf der Horizontalen mit 6 Meilen Geschwindigkeit befördern können, während, wenn man dasselbe Traingewicht von 155 Tons mit nur 4 Meilen Geschwindigkeit über die Steigung von 1 : 100 befördern wollte, dazu ein Adhäsionsgewicht von circa 22 Tons erforderlich wäre, was nur durch Kuppelung der Triebachsen erreicht werden kann.

Manche Konstrukteure nehmen $^1/_8$ vom Belastungsgewicht als Adhäsion an, oder 280 Pfund pro Ton, es sind dann aber in vielen Fällen Sandstreuvorrichtungen u. dgl. nicht zu entbehren, um bei schweren oder sehr schnellen Zügen das Gleiten der Triebräder zu verhindern.

Mit dem Trainwiderstande muß ferner im Einklange stehen die Zugkraft der Maschine, d. h. die Pressung des Dampfes auf die Kolben, reduzirt durch die Krummzapfen und die Räder zu der gleichen Pressung auf den Schienen. Bezeichnet:

d = den Kolbendurchmesser,
h = die Hubhöhe des Kolbens,
D = den Triebraddurchmesser, alles in Zollen,
p_1 = den nach Formel (2) zu findenden mittleren effektiven Dampfdruck im Zylinder in Pfunden pro □'',

so ist die Zugkraft der Maschine

$$Z = \frac{\frac{d^2 \pi}{4} \cdot 4h \cdot p_1}{D \cdot \pi} = \frac{d^2 \cdot h \cdot p_1}{D} \quad \ldots . \; (16).$$

Die Zugkraft einer Lokomotive muß indeß in der Voraussicht ungünstiger Umstände stets etwas größer angeordnet werden, als der gesammte Trainwiderstand.

Folgende Tabelle X. gibt die Zugkraft verschiedener Lokomotiven bei verschiedenen Dimensionen und Dampfadmissionen für die konstante Kesselpressung von 90 Pfund pro □''. Der Triebraddurchmesser ist in der Tabelle zu 48 Zoll angenommen, für andere Räderdurchmesser sind die Zahlen der Tabelle mit der Verhältnißzahl $\frac{48}{D}$ zu multipliziren. Ebenso sind die Zahlen der Tabelle für andere Kesselpressungen als 90 Pfund pro □'' mit der Verhältnißzahl $\frac{p}{90}$ zu multipliziren.

Tabelle X.

Dimensionen in Zollen.			Admissionen in Prozenten des Kolbenlaufs.					
Zylinder.		Triebrat. Durchmesser.	20	30	40	50	60	70
Durchmesser.	Hub.		Zugkraft auf den Schienen in Pfunden bei 90 Pfund Kesselpressung pro Quadrat-Zoll.					
13	18	48	1439	2072	2611	3086	3511	3904
	20	"	1602	2303	2901	3430	3901	4338
	22	"	1758	2533	3191	3773	4291	4782
14	20	"	1854	2677	3365	3977	4524	5031
	22	"	2093	2937	3701	4375	4977	5534
	24	"	2224	3204	4038	4772	5429	6027
15	20	"	2128	3066	3862	4566	5193	5775
	22	"	2340	3372	4249	5022	5713	6352
	24	"	2554	3679	4635	5478	6232	6930
16	20	"	2422	3488	4394	5195	5910	6586
	22	"	2657	3837	4834	5714	6500	7230
	24	"	2906	4186	5273	6234	7091	7885
17	20	"	2734	3938	4961	5865	6672	7417
	22	"	3007	4332	5469	6451	7338	8160
	24	"	3280	4725	5953	7038	8005	8902
18	22	"	3371	4857	6118	7232	8227	9184
	24	"	3677	5297	6675	7890	8975	9980
	26	"	3984	5739	7230	8547	9723	10812

Die *Zugkraft der Maschine* findet demnach ihre Elemente in der Kesselpressung, der Größe der Zylinder und Triebräder und ist im *Wesentlichen nur abhängig von der Ladung*, welche sie fortschaffen soll. Die Geschwindigkeit, mit der die Ladung befördert werden soll, ist für die Zugkraft ein untergeordneter Faktor, welcher mit den Verhältnissen des Mechanismus nur indirekt dadurch im Zusammenhange steht, daß nach Tabelle IX. eine größere Geschwindigkeit einen größern Trainwiderstand bedingt.

Anders ist es mit der *mechanischen Arbeit*, welche eine Lokomotive leistet. Diese ist das *Produkt aus Zugkraft und*

Geschwindigkeit. Die Zugkraft mag für dieselbe Maschine, je nachdem die Geschwindigkeit oder die Ladung variirt, dieselbe bleiben, die mechanische Arbeit variirt immer mit der Geschwindigkeit. Wie aber mit der Geschwindigkeit der Dampfverbrauch wächst, so ist es die Funktion des Kessels, den durch die Zylinder verbrauchten Dampf stets wieder zu erzeugen. Es müssen daher die Dimensionen des Kessels für den größten Dampfverbrauch, d. h. für das Maximum der Geschwindigkeit und das Maximum der Ladung bemessen werden.

Die mechanische Arbeit einer Lokomotive ist nun $= Z . V = RV$. (wo R aus (14) und (15) genommen).
In Pferdekräften pro Minute ausgedrückt, findet sie sich (die geogr. Meile = 24335 engl. Fuß) zu:

$$N = \frac{Z . V . 405,6}{33000} \ldots (17),$$

und diese Größe ist es, welche für die Dimensionen des Kessels maßgebend ist.

Wird nämlich unter N das Maximum der mechanischen Arbeit verstanden $= N_1$ in Pferdekräften, welche überhaupt von einem Dampfwagen verlangt wird, und ist, wie früher, a die Admission in Prozenten des Kolbenlaufs, bei der man solche Leistung erwartet, so muß der Kessel pro Stunde nach Formel (3)

$(0,16 . a + 18) . N_1$ Pfund Wasser verdampfen,

nach Formel (4)

$\left(\frac{0,16 . a + 18}{9}\right) . N_1$ Pfund Koke verbrennen

und zu diesem Behuf nach Formel (5)

$F = \left(\frac{0,16 . a + 18}{900}\right) . N_1$ □′ Rostfläche

und nach Formel (6)

$H = \left(\frac{0,16 . a + 18}{10}\right) . N_1$ □′ Heizfläche

haben.

Folgende Tabelle XI. gibt die Größe der Rostfläche des Kessels für verschiedene Zugkräfte und verschiedene Geschwindigkeiten, wenn man 50% Dampfadmission voraussetzt.

Tabelle XI.

Zugkraft in Pfunden.	Geschwindigkeit in geogr. Meilen pro Stunde.					
	2	4	6	8	10	12
	Rostfläche in Quadrat-Fußen.					
2000	—	—	4,2	6,2	7,0	8,4
3000	—	4,0	5,9	8,0	9,9	11,8
4000	—	5,4	8,0	10,6	13,4	16,0
5000	3,4	6,8	10,2	13,5	17,0	20,2
6000	4,1	8,2	12,2	16,3	20,4	24,4
7000	4,8	9,5	14,3	19,0	23,8	—
8000	5,5	10,9	16,4	21,8	—	—
9000	6,2	12,3	18,5	24,6	—	—
10000	6,8	13,5	20,4	—	—	—
11000	7,5	15,0	22,4	—	—	—
12000	8,2	16,3	24,5	—	—	—

Die Größe der Heizfläche findet sich durch Multiplikation dieser Zahlen mit 90, bei kurzen Kesseln resp. mit 80, bei sehr langen mit 100. —

Will man die Maximumleistung bei andern Admissionen als 50% vom Kolbenhube erreichen, so findet sich die entsprechende Korrektur der Zahlen der vorstehenden Tabelle, wenn man sie mit den Zahlen der nachfolgenden Tabelle XII. multiplizirt, die sich aus der Formel (3) für den Wasserverbrauch ergeben:

Tabelle XII.

Admission in Prozenten des Kolbenlaufs	20	30	40	50	60	70
Multiplikator	0,81	0,87	0,93	1,00	1,07	1,13

Durch die Größenausdehnung der ganzen Maschine, welche in der Regel durch das beschränkte Spurmaß der Bahn, den zuläßig erachteten Radstand und das Gewicht ihre natürliche Begrenzung findet, ist auch das Maximum der von einem Dampfwagen zu leistenden

mechanischen Arbeit an bestimmte Grenzen gebunden, die mit der dem Kessel zu gebenden Rost- und Heizfläche zusammenfallen. Es hängt nun von dem Zwecke des Dampfwagens ab, ob man ihm eine Konstruktion gibt, durch welche die mechanische Arbeit, deren der Kessel fähig ist, mehr auf Entwicklung von Geschwindigkeit, oder mehr auf Leistung von Zugkraft ausgenutzt wird. Diese Konstruktionsunterschiede geben Personenzuglokomotiven, Lokomotiven für gemischte Züge und Lokomotiven für reine Last- und Güterzüge die ihnen nöthigen Eigenschaften.

Man verlangt nun in der Regel als reine Fahrtgeschwindigkeiten der Bahnzüge:

für Personenzüge . . . . 6—8 geogr. Meilen pro Stunde
für gemischte Züge . . . 4—6 „ „ „ „
für reine Güter- und Lastzüge 2—4 „ „ „ „

und hält für alle Fahrtgeschwindigkeiten die Kolbengeschwindigkeit der verschiedenen Lokomotiven zweckmäßig in den Grenzen von 200 bis 600 Fuß pro Minute. Kleinere wie größere Kolbengeschwindigkeiten sind unzweckmäßig: die kleineren lassen keine völlig ökonomische Dampfproduktion zu, während die größeren Kolbengeschwindigkeiten den Rückdruck auf den Kolben zu sehr vergrößern und außerdem die Stabilität der Maschine in hohem Maße beeinträchtigen.

Man hat deshalb das Verhältniß zwischen Kolbenhub und Triebraddurchmesser in folgenden Grenzen anzuordnen:

für Personenzuglokomotiven = 1 : 3½ bis 1 : 4,
„ Lokomotiven für gemischte Züge = 1 : 2½ bis 1 : 3½,
„ Güter- und Lastzuglokomotiven = 1 : 2 bis 1 : 3,

so daß die ersteren meist mit 450—600, die letzteren mit 200 bis 400 Fuß Kolbengeschwindigkeit pro Minute fahren.

Bei den gegenwärtig an Lokomotiven gemachten Anforderungen sind es zweckmäßige Verhältnisse, wenn man für die Kesselkonstruktion einen Arbeitsdampfdruck von 100 Pfund pro □″ voraussetzt und den Kessel mit einer Rostfläche von 10—15 □′ und einer Heizfläche von 900—1400 □′ ausrüstet. Daneben gibt man:

Personenzuglokomotiven für fast horizontale Bahnen Zylinder von 14—16 Zoll Durchmesser, 20—22 Zoll Kolbenhub, und ein Paar Triebräder von 6—7 Fuß Durchmesser, die man mit circa 10 Tons belastet;

Lokomotiven für gemischte Züge, d. h. solchen, die auf mehr horizontalen Bahnen Güterzüge und schwere Personenzüge, auf gebirgigen Bahnen aber gewöhnliche Personenzüge befördern, Zylinder von 15—17 Zoll Durchmesser und 22—24 Zoll Kolbenhub, mit 2 Paar gekuppelten Triebrädern von 5—6 Fuß Durchmesser, die zusammen circa 18—22 Tons Belastungsgewicht haben;

Güter- und Lastzuglokomotiven, auch solchen für Güterbeförderung auf Gebirgsbahnen, Zylinder von 16—18 Zoll Durchmesser und 24 Zoll Kolbenhub. Je nach den von ihnen zu befahrenden größeren Steigungen der Bahn konstruirt man diese Maschinen mit 2 oder 3 Paar gekuppelten Triebrädern von 4—4½ Fuß Durchmesser, von denen jedes Paar ein Belastungsgewicht von 10—12 Tons haben muß.

G. Welkner.

Drahtstifte.

(Bd. IV. S. 267 und Bd. X. S. 345.)

Zu dem, was an beiden vorbezeichneten Stellen des Hauptwerks über Verfertigung der Drahtstifte oder Drahtnägel mitgetheilt ist, wird gegenwärtig wesentlich nur die Fabrikation mittelst Maschinen nachzutragen seyn, welche neuerlich in sehr ausgedehntem Maße Eingang gefunden hat. Mehr oder weniger befriedigende, mit Abbildungen begleitete Nachrichten über derartige Maschinen finden sich in folgenden Werken: Le Génie industriel, par Armengaud frères, Paris, Tome 4 (1852) p. 2, 304; Tome 5 (1853) p. 86; — Description des machines et procédés pour lequels des Brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, Paris, Tome 16, p. 84; Tome 18, p. 83; — Dinglers polytechnisches Journal Bd. 127, S. 254; Bd. 128, S. 408; — Polytechnisches Zentralblatt, Jahrgang 1852, S. 1109; J. 1853, S. 710; — Kunst- und Gewerbe-Blatt des polytechnischen Vereins für Bayern, Jahrgang 1851, S. 347; Jahrgang 1857, S. 43. Wir wählen hier zu detaillirter Darstellung eine als gut bewährte Drahtstiftmaschine von Fiantz in Paris aus, und entlehnen deren Zeichnung und Beschreibung aus Publication industrielle etc.: par Armengaud aîné, Tome 2, Paris 1842.

Die Anfertigung eines so einfachen Gegenstandes, wie ein Drahtstift ist, erfordert doch eine Reihe ununterbrochen aufeinander folgender

und wiederkehrender Operationen, welche man folgendermaßen übersichtlich zusammenstellen kann:

1) Vorrückung des Eisendrahtes um eine der Länge des Stiftes angemessene Größe;

2) Einklemmen des Drahtes nahe am Kopfende, um ihn während der folgenden Operation festzuhalten;

3) Bildung des Kopfes durch Stauchen des betreffenden Drahtendes;

4) Abschneiden des Drahtes, wodurch zugleich die Spitze gebildet wird, welche letztere sonach eine gepreßte (Bd. X, S. 345 im Hauptwerke) und von vierseitig pyramidaler Gestalt ist; endlich

5) Fallenlassen oder Herauswerfen des fertigen Stiftes.

Von der Schnelligkeit, mit welcher diese verschiedenen Vorgänge auf einander folgen, kann man sich einen Begriff machen, wenn man hört, daß die Maschinen 120 bis 140 Stifte mittlerer Größe in einer Minute fertigen müssen, um erfolgreich mit der Handarbeit zu konkurriren.

Die in Folgendem zu vergleichenden Zeichnungen befinden sich auf Taf. 59. Es ist Fig. 9 ein Seitenaufriß der Maschine, Fig. 10 der Grundriß, Fig. 14 ein senkrechter Längendurchschnitt durch die Mitte (nach 3—4 der Figur 10) und Fig. 15 ein senkrechter Querdurchschnitt durch die Betriebswelle (nach 5—6 der Figur 10). Die Figuren 11, 12, 13 und 16 bis 26 geben verschiedene Einzelheiten. Der Maßstab ist für Fig. 9, 10, 14 bis 18 ein Zehntel, für Fig. 11, 19 bis 22 ein Fünftel, und für Fig. 12, 13, 23 bis 26 zwei Fünftel.

Der Tisch oder das Gestell. — Das Hauptstück A, welches den Tisch oder das Gestell der Maschine bildet, ist von Gußeisen und trägt fast den ganzen Mechanismus, so daß es die sämmtlichen Widerstände und Erschütterungen auffängt und durch sein bedeutendes Gewicht unschädlich macht. Das eichenhölzerne aus zwei Wangen B, B bestehende Untergestell, worauf mittelst sechs Bolzen bei a, a der Eisenkörper A befestigt ist, dient nur um letzteren in einer angemessenen Höhe über dem Fußboden zu tragen. In dieser Absicht sind die zwei Wangen B nahe an ihren Enden durch zwei eben so starke Querhölzer mit einander verbunden, und das Ganze steht auf schrägen Füßen gleichfalls von Eichenholz, welche jedoch in den Abbildungen weggelassen sind.

Zwei gekröpfte Ständer A′, mit dem Gestellkörper A in einem Ganzen gegossen, erheben sich von diesem und enthalten bronzene Zapfenlager für die Betriebswelle C; diese Lager erkennt man am besten in Fig. 15, sie sind wie gewöhnlich mit gußeisernen, mit Schmierlöchern durchbohrten Deckeln b versehen.

Das Innere des Gestellkörpers A ist übrigens ausgehöhlt, theils um das Gewicht zu vermindern; theils um den nöthigen Raum für die Bewegung der Stange zu erhalten, an welcher sich der Stempel zur Bildung der Köpfe auf den Stiften befindet; theils endlich um die Zange zum Einklemmen und den Schlitten zum Vorrücken des Drahtes aufzunehmen.

Die Betriebswelle. — Die Welle C, welche alle beweglichen Bestandtheile des Apparats in Thätigkeit setzt, ist von Eisen geschmiedet und überall abgedreht. Sie trägt an einem ihrer Enden zwei gleich große Riemenscheiben D und D′, die eine festsitzend um der Welle 120 bis 140 Umdrehungen pro Minute mitzutheilen, die andere lose um die Bewegung nach Erforderniß abstellen zu können. Ein gußeisernes Schwungrad E, neben den Riemenscheiben auf der Welle C angebracht, ist hier sehr wesentlich, da die Widerstände in verschiedenen Augenblicken einer Umdrehung sehr veränderlich sind.

Die Welle trägt ferner mehrere exzentrische Scheiben, deren jede ihre bestimmte Verrichtung zu leisten hat. Wir machen für jetzt nur auf die größte dieser Scheiben, F, aufmerksam (vergl. Fig. 20, 21), welche mitten auf der Welle C sitzt und in einem Ganzen gegossen fünf Theile darbietet, nämlich zwei gleiche abgedrehte kreisrunde Platten, zwischen diesen ein Exzentrikum d, und außen auf jeder Platte einen eigenthümlich gestalteten Vorsprung c.

Der Kopfstempel mit den zugehörigen Bestandtheilen. — Der mittlere Theil d des Exzentrikums F ist bestimmt, den Kopfstempel zurückzuholen, sobald dieser den Kopf eines Stiftes geschlagen hat. Zu diesem Zwecke wirkt d (wie man am deutlichsten aus Fig. 14 und 15 erkennt) gegen einen vorspringenden Zahn d′, welcher mit seiner langen Sohle auf der oberen Seite der Stempelstange H befestigt ist. Letztere besteht aus Schmiedeisen, ist an den Enden rund, dagegen in dem mittleren Theile vierkantig und hier auf den zwei vertikalen Seitenflächen mit eingehobelten winkeligen Nuthen versehen, um sich zwischen den entsprechend doppelt abgeschrägten

Leitstücken I, I (Fig. 9, 10, 15) ohne Schlottern schieben zu können. Um in dieser Beziehung die genaueste Adjustirung zu gestatten, ist nicht nur jedes der Leitstücke I mit zwei senkrechten Druckschrauben auf Vorsprüngen j des Gestells A befestigt, sondern die etwas geräumigen Löcher in I, I, durch welche diese Schrauben gehen, gestatten eine kleine Verschiebung der Leitstücke, und je zwei horizontale Stellschrauben, deren Muttern in Aufsätzen k des Gestells eingeschnitten sind, dienen um jene Verschiebung zu bewerkstelligen.

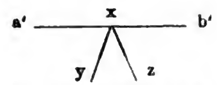
Am vorderen Ende der Stempelstange H wird der stählerne Kopfstempel H' (vergl. Fig. 23) eingeschraubt, welcher gut gehärtet seyn muß, und dessen Endfläche eben oder halblinsenförmig ausgehöhlt ist, je nachdem man Stifte mit flachen oder mit rundlichen (konvexen) Köpfen verfertigen will.

Der hinterste Theil H^2 der Stempelstange H ist rund, von verminderter Dicke (s. Fig. 10, 14) und mit starken schraubenförmig gewundenen Federn umgeben, welche sofort in dem Augenblicke, wo das Exzentrikum d den Zahn d' verläßt, die Stempelstange mit kräftigem Stoße vorwärts schnellen, damit der Stempel H' das sich ihm darbietende Drahtende zu einem Kopfe staucht. Es ist von der größten Wichtigkeit, die Stärke dieses Stoßes in das richtige Verhältniß zu setzen mit der Dicke des verarbeiteten Drahtes, mit dessen Härte und mit der gewünschten Größe des Kopfes. Hierzu vermehrt oder vermindert man die Anzahl der Federn. Auf dem Schwanze H^2 der Stempelstange sind zwei eiserne Querstücke J und J' angebracht, das eine auf bestimmter Stelle bleibend, das andere verschiebbar und in größere oder geringere Entfernung von jenem zu versetzen. Diese Querstücke stecken zugleich auf zwei langen, zu H^2 parallelen Bolzen K, K, welche in der Endwand A^3 des Gestells A befestigt sind. J ist völlig frei auf den Bolzen K, K, stützt sich aber (wie Fig. 14 erkennen läßt) in der Mitte gegen den Ansatz oder die Schulter des dickern runden Theils der Stempelstange H. Dagegen enthält das andere Querstück J' zwei Druckschrauben, mittelst welcher es auf einer geeigneten Stelle der Bolzen K, K festgemacht wird, während in seinem mittlern Loche der Schwanz H^2 der Stempelstange sich frei aus- und einschieben kann. Will man nun, um große Köpfe zu schlagen, einen sehr starken Stoß geben, so besteckt man alle drei Spindeln H^2, K, K mit Federn l (wie in Fig. 10 dargestellt ist); dann regelt man die

Spannung dieser Federn durch Ortsveränderung des Querstücks J′, welches eine desto stärkere Spannung erzeugt, je mehr es dem Stücke J genähert wird. Um einen mildern Stoß zu erlangen, kann man nicht nur durch das eben erwähnte Mittel die Spannung der Federn verringern, sondern auch die Federn der Bolzen K, K ganz herausnehmen. Damit die Federn keine Neigung haben sich zu biegen, vielmehr stets frei und leicht spielen, ist jede derselben aus drei einzelnen Stücken zusammengesetzt, zwischen welche man eiserne, auf den Spindeln H^2, K, K schiebbare Ringe m einschaltet; diese Ringe sind an beiden Enden konisch gestaltet, treten hierdurch ein wenig in die Federn ein und halten dieselben (s. besonders Fig. 14).

Die Schneidbacken zur Bildung der Spitze. — Die zwei seitlichen Theile c, c des Exzentrikums F (s. Fig. 10) sind bestimmt um die zwei Backen einander zu nähern, welche — indem sie den Drath abschneiden — die Spitze des Stiftes erzeugen. Sie wirken zu diesem Behufe, während der Kopfstempel zurückgezogen ist und zu einem neuen Stoße sich bereit hält, auf die Friktionsrollen an den hinteren Enden der doppelarmigen schmiedeisernen Hebel G G, G G (s. besonders Fig. 14), und drängen diese seitwärts nach außen. Diese Hebel haben lange senkrechte Achsen G′, welche aus einem Ganzen mit ihnen geschmiedet und oben wie unten mit Zapfen e versehen sind; die unteren Zapfen stehen in einer starken Querleiste des gußeisernen Gestells A, die oberen in dem geschmiedeten Deckel F, welcher durch Bolzen auf den Ansätzen A^2 desselben Gestells festgehalten wird. Es ist hiernach klar, daß bei der Begegnung der Exzentriktheile c, c mit den Friktionsrollen an den hinteren Enden der Hebel G, G hier ein Auseinanderdrängen der letzteren, und folglich eine gegenseitige Näherung ihrer vorderen Enden — an welchen die Schneidbacken h, h sitzen — erfolgt.

Diese Backen sind von Gußstahl gefertigt, sehr gut gehärtet und von der aus Fig. 25 ersichtlichen Gestalt. Ihr schneidender Theil besteht aus drei Kanten, von denen die eine a′ b′ rechtwinkelig gegen den abzuschneidenden Eisendraht steht und die anderen beiden einen Winkel von etwa 40° mit einander, folglich Winkel von etwa 70° mit jener ersteren Kante bilden. Die Stellung der drei Kanten läßt sich durch nachstehende Figur



versinnlichen, aus welcher man ersieht, daß a' b' den Draht quer abschneidet und die gerade Fläche hervorbringt, aus welcher nachher der Kopf des nächsten Stiftes entsteht; wogegen x y und x z zwei schräge Schnitte ausführen um die Spitze des jetzt eben in Arbeit befindlichen Stiftes zu machen. Letzterer Vorgang wird völlig klar seyn, wenn man sich gegenwärtig hält, daß zwei derartige Backen sich fast bis zu völliger Berührung einander nähern, wobei ihre Vertiefungen y x z vereinigt eine vierseitig-pyramidale Höhlung darstellen, in welcher das Drahtende zu gleicher Gestalt zusammengepreßt wird.[1] Die Schneidbacken werden in den vordern Enden der Hebel G mittelst aufgeschraubter eiserner Winkelstücke g festgehalten und durch hinter ihnen angebrachte Stellschrauben i (Fig. 10) in die richtige Lage gebracht; dies alles ersieht man deutlicher aus dem Vertikaldurchschnitte Fig. 12 und der Endansicht Fig. 13.

Sobald die Spitze des Stiftes gemacht ist, müssen die Schneidbacken sich von einander entfernen, um den fertigen Stift fallen zu lassen und dem Kopfstempel Zutritt zu gestatten, welcher sofort den Kopf eines neuen Stiftes zu bilden hat. Die Exzentriktheile c, c haben zu diesem Behufe die Friktionsrollen der Hebel G, G verlassen; aber andere Exzentriks c', c', von verschiedener Gestalt und weiter nach

[1] Völlige Berührung des einen Backens mit dem andern darf nicht eintreten, weil die alsdann auf einander treffenden Schneidkanten sich gegenseitig abstumpfen oder beschädigen würden. Indem aber die gepreßte Spitze durch den erlittenen Druck hart und in gewissem Grade spröde wird, reißt oder bricht das Eisen schon vor dem gänzlichen Aneinandertreten der Schneidkanten durch, genau wie dies bekanntlich bei dem Abkneipen des Drahtes mittelst einer gewöhnlichen Kneipzange Statt findet. Die Darstellung guter Spitzen geschieht daher am leichtesten, wenn der zu den Stiften verarbeitete Draht von Natur eine etwas harte und spröde Beschaffenheit hat, welche ohnehin für die Steifheit der Stifte günstig ist. Wendet man weichen zähen Draht an, oder treten die Schneidbacken nicht nahe genug an einander, oder sind deren Schneidkanten stumpf, so bleibt an den Spitzen der fabrizirten Stifte ein starker Grath oder ein breitgequetschtes Anhängsel, wodurch sie unbrauchbar werden. Es ist indessen zu bemerken, daß dergleichen Anhängsel zum Theil abgestoßen werden, wenn man die Stifte vor dem Verkauf massenweise in eine Scheuertonne füllt und durch länger fortgesetztes Umdrehen derselben schüttelt.

den Enden der Welle C zu auf dieser angebracht (s. Fig. 10), drücken auf die gedachten Rollen und streben dieselben einander zu nähern, wodurch die Schneidbacken am entgegengesetzten Ende der Hebel aus einander gehen.

Die Zange zum Einklemmen des Drahtes. — Es ist unerläßlich, daß der Draht in dem Augenblicke, wo der Stoß des Kopfstempels dessen gerade abgeschnittenes Ende zu einem Kopfe staucht, sowie auch während des Abschneidens und des Pressens der Spitze, sehr fest gehalten werde. Die hierzu dienliche Zange muß sich im rechten Augenblicke öffnen, damit der Draht um die zur Verfertigung eines Stiftes nöthige Länge vorrücken kann, dann aber sich wieder kräftig schließen. Auch diese Bewegung wird durch zwei Exzentriks der Welle C hervorgebracht. Eines derselben, P (abgesondert in Fig. 22 gezeichnet), ist von Eisen geschmiedet und wirkt gegen die Friktionsrolle r (Fig. 9, 10, 15) in dem gabelförmigen Ende des großen gebogenen schmiedeisernen Hebels O, der um einen Bolzen q am Gestelle A sich dreht (vergl. Fig. 16, den senkrechten Durchschnitt nach 7—8 in Fig. 14). Das entgegengesetzte Ende des Hebels O bildet gleichfalls eine Gabel und nimmt hier den unteren Theil einer starken senkrechten Schmiedeisenplatte N auf, welche ein elliptisches Loch enthält und hiermit den gleichgestalteten Zapfen des beweglichen Obertheils M der Zange umschließt. Dieses Stück M, von geschmiedetem Eisen, erscheint als ein starker, um einen Bolzen bei p am Gestelle A drehbarer Hebel (s. Fig. 10, 16). Wird demnach durch die exzentrische Scheibe P die Friktionsrolle r emporgehoben, so geht die Platte N nieder, und mit ihr senkt sich der Hebel M so wie der in diesem mit Schwalbenschwanz eingesetzte Oberbacken n′ des Zangenmauls, welcher dabei gegen den unbeweglichen Unterbacken n herabgepreßt wird. Letzterer steckt mittelst Schwalbenschwanzes in dem schmiedeisernen Untertheile L der Zange, welcher mit mehr als zwei Dritteln seiner Länge auf die Vorsprünge A′, A′ des Gestells A sich stützt. Stellschrauben o, o gestatten die genaueste Adjustirung der Zangenbacken n′, n nach der Drahtdicke.

Aus dem eben Gesagten geht hervor, wie die Zange durch Senkung ihres Obertheiles M geschlossen wird; folgender Mechanismus dient zum Oeffnen derselben. Auf dem äußeren Ende des Zapfens oder Bolzens, um welchen die schon bekannte Friktionsrolle r sich dreht, steckt ein gekrümmter, schmiedeiserner Hebel Q (s. Fig. 9, dann auch

10 und 15), welcher durch einen Schraubbolzen mit Mutter genöthigt wird, stets an der vertikalen Außenseite des Ständers A' zu liegen, dabei aber vermöge eines Schlitzes (durch den der Bolzen geht) die Freiheit behält sich auf und nieder zu schieben. Nun ist fast am Ende der Welle C auf dieser ein Ring s befestigt (Fig. 10, 15), der einen vorspringenden Zahn (s. bei s in Fig. 9) trägt. Dieser Zahn begegnet, wenn er während der Umdrehung der Welle seiner tiefsten Stellung sich nähert, einem abgeschrägten Vorsprunge des Hebels Q; und da im selben Augenblicke das Exzentrikum P die Rolle r verläßt, so zieht der niedergehende Hebel Q den Bolzen der Rolle r, also diese selbst und folglich den Hebel O nach sich, wodurch das Zangenobertheil M n' mittelst N aufgehoben wird. Man sieht schon, daß der Zeittheil, während dessen diese Veränderung erfolgt, sehr klein seyn muß; die Zange muß etwas längere Zeit geschlossen bleiben als offen stehen, denn bei geschlossenem Zustande geschehen zwei Operationen (das Stauchen des Kopfes und das Schneiden oder Pressen der Spitze), bei offenem Zustande findet nur eine Operation Statt (das Fortrücken des Drahtes). Deshalb nimmt der vorspringende kreisbogenförmige Theil der Scheibe P (Fig. 22) die Hälfte des Umkreises ein, so daß die Zange während der Hälfte der Zeit, welche während der Anfertigung eines Stiftes verfließt, geschlossen bleibt, in die andere Hälfte fallen die Bewegungen des Oeffnens und Schließens nebst dem Beharren im offenen Zustande.

Da die Zange L M, während sie geschlossen ist und den Draht festhält, die ganze Gewalt des vom Kopfstempel ausgeübten Stoßes aufzufangen hat, so muß ihr eine feste, der Richtung dieses Stoßes entgegenstehende Stütze gegeben werden; hierzu dienen die zwei vom Gestellkörper A in die Höhe stehenden, mit demselben aus einem Ganzen gegossenen Theile p', p', wogegen die Zange sich anlehnt und welche nur den nöthigen Raum zwischen sich lassen, damit der Draht durchgehen kann. Uebrigens haben die Zangenbacken n, n' (Fig. 16) jeder eine rinnenförmige Furche, welche mit quer laufenden Kerben versehen ist, um den Draht gehörig fest zu packen und jedes Gleiten desselben zu verhindern; hiervon entstehen die Eindrücke, welche man an den Drahtstiften nahe unter dem Kopfe auf zwei gegenüber stehenden Seite bemerkt; und die nebenbei ein besseres Festhalten der Stifte im Holze bewirken. Die Gestalt der Backen geht am deutlichsten aus Fig. 24 hervor.

Der Mechanismus zum Vorrücken des Drahtes. — Der zur Fabrikation der Stifte bestimmte Eisendraht ist um eine große hölzerne Rolle Z (Fig. 10) aufgewickelt, deren vierkantige eiserne Achse mit ihren Zapfen sich frei und leicht in Lagern drehen kann wenn der Draht angezogen wird. Die Maschine selbst muß zu jedem neuen Stifte von dem Drahte so viel einführen als die Länge des Stiftes zusammengenommen mit dem zum Kopfe erforderlichen Theile beträgt. Hierzu ist ein kleiner gußeiserner Schlitten V konstruirt (s. Fig. 14), welcher unterhalb mit Zähnen nach Art einer Zahnstange versehen ist und durch den Eingriff eines gezahnten Bogens U′ bewegt wird. Hiernach macht der Schlitten einen Weg vor- und rückwärts, dessen Länge durch die Größe der Oszillation des Sektors U′ sich bestimmt; und er erhält die nöthige Geradführung vermittelst zweier auf dem Gestelle A angeschraubten Leisten u, u (vergl. Fig. 10, 17), zwischen welchen er sich bewegt. Auf dem Schlitten stehen zwei senkrechte Platten, zwischen denen mittelst Scharniers eine Art Hobel v angebracht ist; das schmale Eisen v′ dieses letztern (s. Fig. 14) stützt sich mit seiner Schneide auf den Draht und empfängt die angemessene Stellung und Befestigung durch zwei rechtwinkelig zu einander stehende Schrauben. Eine Feder v² drückt mit ihrem obern Ende gegen den Stiel des Hobels; strebt also diesen um sein Scharnier zu drehen und erzeugt so den Druck des Eisens v′ gegen den darunter liegenden Draht. Es ist klar, daß beim Vorgehen des Schlittens das Eisen v′ den Draht mitnimmt, wogegen beim Rückgange die Feder v² etwas nachgibt und die Schneide von v′ wirkungslos auf dem Drahte hingleitet.

Um dem Sektor U′ die erforderliche oszillirende Bewegung oder wiederkehrende Drehung zu ertheilen, trägt das Ende der horizontalen Achse T, auf welcher U′ durch eine Druckschraube befestigt ist, einen Hebelarm R′, dem die Oszillation mittelst einer langen schmiedeisernen Lenkstange S und des Krummzapfens R (Fig. 9, 10) eingepflanzt wird. Der Krummzapfen — nothwendig von geringerer Länge als der Arm R′ — beschreibt einen ganzen Kreis bei jedem Umgange der Betriebswelle C, während dieser Arm nur einen Bogen von bestimmter Größe durchläuft. Aber R′ ist nicht fest mit seiner Achse T verbunden, sondern steckt lose darauf, würde also keine Drehung derselben veranlassen können, wenn nicht hinter ihm ein zweiter (unverzahnter) Sektor U

auf der Achse befestigt wäre (vergl. Fig. 17, den senkrechten Durchschnitt nach 9—10 der Fig. 14). Dieser enthält in der Nähe seiner Ecken zwei Stifte t, t (Fig. 9), gegen welche abwechselnd die Seiten des Hebelarmes R' anstoßen. Die oszillirende Bewegung von T und U', welche hierdurch entsteht, findet mit Pausen Statt; denn da der Abstand der zwei Stifte von einander größer ist als die Breite des Armes R', so treibt dieser den ihm im Wege stehenden Stift vor sich her, allein auf dem Rückwege verfließt einige Zeit bevor der Arm den andern Stift erreicht und auf ihn wirken kann, und so lange steht U' nebst dem Schieber V still. Man sieht hiernach, daß um die Oszillation des gezahnten Sektors zu vergrößern oder zu verkleinern es hinreicht, die Stifte t, t näher an einander oder weiter aus einander zu setzen, zu welchem Behufe der eine von ihnen in einem Schlitze des Stückes U verstellbar ist. Diese Adjustirung geschieht nach Maßgabe der Länge, welche man den fabrizirten Drahtstiften zu geben beabsichtigt.

Der Mechanismus zum Auswerfen der fertigen Stifte. — Sobald die Spitze eines Stiftes gebildet ist, kann man sagen, daß derselbe fertig sei; da er indessen zufällig an der Fortsetzung des Drahtes oder zwischen den Maschinentheilen hängen bleiben könnte, so ist es nothwendig ihn rasch abzuwerfen. Oberhalb des Kopfstempels H' befindet sich ein gekrümmter Finger X, dessen Ende im rechten Augenblicke niedergeht, auf den eben vollendeten Stift einen kleinen Stoß ausübt und ihn veranlaßt unter die Maschine hinabzufallen. Dies erklärt der senkrechte Durchschnitt Fig. 18, wo man den Drahtstift mit c^2 bezeichnet sieht. Der Finger X geht rechtwinkelig von der Mitte einer horizontalen Achse X' aus, deren Zapfenlager an den Ständern A' sich befinden. Nahe an einem der Enden dieser Achse trägt diese einen in entgegengesetzter Richtung auslaufenden Arm x, auf welchen die an der Betriebswelle C sitzende Scheibe Y (vergleiche Fig. 19) in entsprechender Weise wirkt. Der größte Theil vom Umkreise dieser Scheibe ist nämlich kreisrund und läßt den Mechanismus x X' X ohne Einwirkung; an einer Stelle befindet sich aber ein Ausschnitt, in welchen x sofort, vermöge des auf Seite des Fingers X vorhandenen Uebergewichts, eintritt, wenn der gedachte Ausschnitt bei Umdrehung der Welle C nach unten gelangt. Die aus der Maschine fallenden Stifte sammeln sich in einer Schieblade oder einem untergesetzten Kästchen.

Ein Theil vom Umkreise der Scheibe Y ist mit Sperrzähnen versehen, zwischen welche ein Sperrkegel y vermöge der Feder y' sich legt um ein Verkehrtdrehen der Welle C zu verhindern, welches z. B. unabsichtlich Statt finden könnte, wenn man die Maschine plötzlich anhielte, während die Kopfstempelstange H eben durch ihre Federn l vorgeschoben würde: der Zahn d' an H (Fig. 14) käme dann gegen die exzentrische Scheibe d heran und müßte einen Rückgang der Betriebswelle herbeiführen; der Sperrkegel y aber verhindert dies, der Zahn d' wird von der Scheibe d aufgehalten, der Stempel kann die angefangene Stoßbewegung nicht vollenden und es werden die Unordnungen oder Beschädigungen vermieden, welche sonst eintreten könnten.

Richtapparat. — Zwischen der Trommel oder Spule Z, von welcher der zu verarbeitende Draht z abläuft und dem Schlitten V, der denselben schrittweise in die Maschine einführt, ist eine Vorrichtung Z' angebracht um den Draht stetig zu spannen und während seines Durchgangs gerade zu richten, damit er nicht krumm oder gewunden bei der Zange L M anlangt. Dieser Apparat besteht aus fünf Rollen z' mit rinnenförmig ausgedrehtem Rande, von welchen drei in der untern und zwei in der obern Reihe angebracht sind, wie am deutlichsten Fig. 9 zu erkennen gibt. Die Stellung der oberen Rollen gegen die unteren wird durch Schrauben z^2 geregelt. Der senkrechte Durchschnitt Fig. 11 (nach 1—2 der Fig. 9 genommen) erläutert die Art wie die Rollen angebracht sind und wie die Stellschrauben wirken.

Fabrikation der Schuhstifte. — Um die Maschine zur Verfertigung der Schuhnägel aus Draht zu gebrauchen, versieht man dieselbe mit folgenden drei Abänderungen: 1) das Spiel des Schlittens V, welcher den Draht einführt, wird so sehr verkleinert, wie es die geringe Länge dieser Art Stifte erfordert; 2) der Kopfstempel wird nicht mit ebener, sondern mit etwas vertiefter (kugelsegmentförmig ausgehöhlter) Endfläche hergestellt, um einen konvex gerundeten Kopf zu schlagen; 3) die Schneidbacken zur Bildung der Spitze sind etwas abweichend gestaltet. Fig. 26 zeigt einen der Schneidbacken h' für Schuhstifte nach zwei Ansichten, und darunter die Gestalt eines Stiftes c^3 der in Rede stehenden Art; wir gestehen aber, daß uns damit die Sache nicht klar wird.

Spiel und Leistung der Maschine. — Der Eisendraht z, wovon ein gehöriger Vorrath auf der hölzernen Spule oder Rolle Z

sich befindet, wird durch den Richtapparat Z', den Schlitten V und die Zange n n' so weit eingezogen, daß er innerhalb der letztern ein klein wenig vorsteht, um die Bildung des ersten Kopfes zu gestatten. Setzt man dann die Maschine in Bewegung, so klemmt zunächst die sich schließende Zange den Draht fest ein, der Kopfstempel stößt auf das vorragende Drahtende. In Fig. 14 ist der so entstandene Kopf angedeutet und hat der Kopfstempel bereits angefangen sich zurückzuziehen. Während des Rückganges des Stempels wird auf die bekannte Weise mittelst des Schlittens V der Draht um so viel eingeführt als für einen Stift erforderlich ist; die Schneidbacken h, h an den Hebeln G, G schließen sich nun plötzlich, schneiden den Draht in gehöriger Entfernung vom Kopfe ab und bilden die Spitze; endlich tippt der Finger X auf den fertigen Stift und wirft ihn hinunter, wenn er nicht schon von selbst gefallen ist. In dem Augenblicke, wo der Finger sich wieder erhebt, schlägt auch schon der Kopfstempel von Neuem, und alle genannten Vorgänge wiederholen sich der Reihe nach. Jede Umdrehung der Betriebswelle C verfertigt einen Stift. Für Stifte von 3 bis 4 Centimeter ($1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Zoll) Länge macht die Welle 125 bis 130 Umgänge in einer Minute; für kleinere 140 bis 150. Nöthigenfalls kann die in den Abbildungen mitgetheilte Maschine Stifte von 2 Centimeter bis zu 6 oder 7 Centimeter Länge (etwa 0.8 Zoll bis 2.4 oder 2.8 Zoll) liefern, wenn man die arbeitenden Bestandtheile entsprechend auswechselt und adjustirt; besser ist es aber immer, nicht zu ungleiche Stifte auf einer Maschine zu machen, daher für die gängigsten Sorten wenigstens drei Maschinen von verschiedener Größe anzuwenden.

K. Karmarsch.

Drechslerkunst.

(Bd. IV. S. 272.)

Die Drehbank in ihren höchst mannichfaltigen Konstruktionen, in ihrer vielseitigen Gebrauchsweise und mit ihren verschiedenartigen Neben- oder Hülfsvorrichtungen ist ein so außerordentlich wichtiges Element der arbeitenden Mechanik, daß sie den Gegenstand zahlloser Studien und Erfindungen, ganz besonders auch in den letzten 25 Jahren, gebildet hat. Demnach würde, ungeachtet der umfassenden Bearbeitung des im Hauptwerke enthaltenen Artikels, der für seine Zeit

als ziemlich erschöpfend angesehen werden konnte (so weit von Erschöpfen des Gegenstandes in einem encyklopädischen Werke die Rede sein darf), das Supplement zu demselben in einer ungemein reichhaltigen Nachlese bestehen müssen, sofern es einigermaßen auf Annäherung zu einer gewissen Vollständigkeit ausginge. Der durch nothwendige Forderungen begrenzte Raum gestattet hier nicht, ein solches Ziel anzustreben. Im Allgemeinen verweise ich deshalb — was übersichtliche Darstellung und Literatur betrifft — auf dasjenige, was mein „Handbuch der mechan. Technologie“ S. 292—308 und S. 724—729 bietet. Im Besonderen werden die gegenwärtigen Nachträge sich auf einige vorzüglich wichtige Mittheilungen über Drehbank-Konstruktionen, über Einrichtungen des Supports und über Drehwerkzeuge (Drehstähle) beschränken. Alles dieses bezieht sich auf das Drehen der Metalle.

I. Drehbänke.

Zylinderdrehbänke. — Empfehlenswerthe Beispiele von Drehbänken zum Treten, sowohl mit Wangen als mit Prisma, sind im Artikel des Hauptwerkes beschrieben (Bd. IV, S. 276, 297, 305). Ebendaselbst, S. 344, findet man die Beschreibung einer Drehmaschine oder großen Zylinder-Drehbank, bei welcher der Support in der ganzen Längenausdehnung der Wangen durch ein mit der Drehbankspindel in Verbindung stehendes Räderwerk und eine große Leitschraube fortbewegt werden kann. Maschinen dieser Art, meist durch Dampfkraft getrieben, bilden ein wesentliches Bedürfniß der mechanischen Werkstätten, und ihrer Vervollkommnung ist demnach viel Sorgfalt zugewendet worden. Sie dienen nicht nur zum Abdrehen großer Arbeitsgegenstände, sondern auch zum Ausbohren und besonders zum Schraubenschneiden. Deshalb sind zwei karakteristische Exemplare an einer späteren Stelle der Encyklopädie (Bd. XIII, S. 526, 531) mitgetheilt, auf welche hier verwiesen werden kann. Was andere derartige Konstruktionen betrifft, muß ich mich auf Angabe der Werke beschränken, wo man deren Abbildung und Beschreibung findet. Sie unterscheiden sich hinsichtlich des Bewegungsapparats in zwei Gattungen: die Führung des Supports geschieht nämlich bei der ersten durch eine lange Schraube (Leitspindel), deren Mutter am Support sitzt, bei der zweiten durch eine unbeweglich liegende Zahnstange, auf welcher ein mit dem Support verbundenes Getrieb sich fortwälzt.

Zylinder-Drehbänke mit Leitspindel, sämmtlich mit gußeisernem Gestell, in den Einzelheiten mannichfache Verschiedenheiten darbietend:

von Decoster in Paris — Armengaud, Publication industrielle, Vol. III. p. 378;

von Deshays in Paris — daselbst Vol. VI. p. 250;

aus der Maschinenfabrik zu Graffenstaden im Elsaß — daselbst Vol. VII. p. 431;

von Fox in Derby — Bulletin de la société d'encouragement, 41. Année (1842) p. 213;

von Pihet in Paris — Kronauer, Zeichnungen der ausgeführten, in verschiedenen Zweigen der Industrie angewandten Maschinen ꝛc. Bd. II. (Winterthur 1849) Tafel 3 und 4;

von Hamann in Berlin — Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, 28. Jahrgang (1849) S. 48.

Solche mit Zahnstange:

von Barrall, Middleton und Elwell in Paris — Armengaud Publication industrielle, Vol. V. p. 298;

von Fox in Derby — Gewerbeblatt für Sachsen, Jahrgang 1841. S. 202.

Duplex-Drehbank. — Beim Abdrehen langer Zylinder, zumal wenn dieselben verhältnißmäßig dünn sind, tritt leicht der Uebelstand ein, daß unter dem Drucke des Drehstahls sie sich ein wenig biegen und vibriren, wodurch richtiges Runddrehen und durchgehends gleiche Dicke des fertigen Zylinders unmöglich wird. Man kann diesem Fehler dadurch vorbeugen, daß man zwei Drehstähle gleichzeitig und genau einander gegenüber arbeiten läßt, zwischen welchen ein Ausweichen und Zittern des Gegenstandes nicht Statt finden kann. Whitworth in Manchester hat in dieser Absicht seine sogenannte Duplex-Drehbank gebaut, von welcher Fig. 22 auf Tafel 61 einen vertikalen Querdurchschnitt vorstellt. Die Anbringung zweier Drehstähle verdoppelt zugleich die Leistung der Maschine in derselben Zeit oder gestattet für gleich schnelle Arbeit jeden einzelnen Stahl weniger angreifen (einen feineren Span nehmen) zu lassen, wodurch die Werkzeuge in geringerem Grade sich abnutzen, also minder oft das Schleifen nöthig haben. A ist die aus zwei gußeisernen Wangen bestehende Bank, B die Leitschraube, welche den Schlitten C auf den

Wangen in einer zur Spindelachse parallelen Richtung fortbewegt und wie gewöhnlich durch Räderwerk von der Spindel aus umgetrieben wird. Auf dem Schlitten, der nur die eine eben angedeutete Bewegung empfangen kann, befinden sich zwei Supporte D und E, im Allgemeinen von der sonst gebräuchlichen und hier als bekannt vorauszusetzenden Bauart. Jeder derselben besteht aus einem Fuße a, einem auf diesem beweglichen Schieber b und einem zweiten auf b angebrachten Schieber d, welcher letztere den Drehstahl trägt. Die Bewegung von b auf a ist zu jener von C auf A parallel und wird mittelst einer Schraubenspindel c erzeugt. Eben so wird d auf b — aber in einer gegen die erstere rechtwinkeligen Richtung — durch eine Schraube geführt, zu deren Umdrehung die Kurbel h dient. G und G′ sind die Drehstähle, von welchen ersterer direkt auf dem Querschieber d des Supports D liegt, G′ hingegen durch Unterlagen e e in die nothwendige höhere Lage gebracht ist. Die Befestigung der Drehstähle geschieht wie gewöhnlich mittelst darüber gelegter eiserner Spangen f, f und Mutterschrauben g, g. H bedeutet das abzudrehende Arbeitsstück. An den Supporten befinden sich unten die Muttern D′ und E′ für eine lange Schraube F F′, von der eine Hälfte F mit rechten, die andere Hälfte F′ mit linken Gewindgängen versehen ist. Die Folge dieser Anordnung besteht darin, daß bei Umdrehung der Schraube F F′ vermittelst ihrer Kurbel i die beiden Supporte eine gleichmäßige aber entgegengesetzte Bewegung annehmen, wodurch sie sich einander nähern oder von einander entfernen, also jedes Mal so gestellt werden können, wie es dem Durchmesser des abzudrehenden Zylinders H entspricht.

Es geht aus dem Bisherigen hervor, daß die Umdrehung der Leitschraube B beide Supporte gleichmäßig in einer zur Spindel- und Arbeitsachse parallelen Richtung fortführt; die Schrauben c c hingegen von einander unabhängig wirken, so daß eine jede nur ihren Drehstahl allein in derselben Richtung bewegt. Man kann demnach diese kleinen Schrauben gebrauchen, um die zwei Drehstähle G, G′ genau einander gegenüber einzustellen, oder auch gelegentlich nur mit einem der Supporte auf kurze Strecken zu drehen, während die Bewegung der großen Leitschraube B ausgelöset ist. Die Kurbeln h haben die Bestimmung, vermöge der an ihnen befindlichen Schrauben die Schieber d — folglich die Drehstähle G, G′ — im erforderlichen Maße

gegen die Arbeit H vorzurücken oder von derselben zurückzuziehen. Es ist übrigens klar, daß wenn ein Mal auf diese Weise beide Drehstähle zum richtigen Angriff eingestellt sind, man die fernere Vorrückung beider gleichzeitig durch Umdrehung der Kurbel i erlangt.

Will man auf dieser Drehbank eine ebene Fläche abdrehen, so müssen die beiden Supporte um einen Winkel von 90 Grad herumgestellt und so wieder befestigt werden, daß die Schrauben c c rechtwinkelig gegen die Spindelachse stehen. Alsdann wird die Bewegung der Leitschraube B ausgelöset, dagegen das Rad k an der Schraube F F′ mit dem Triebwerke in Eingriff gesetzt, wodurch nun beide Drehstähle gleichmäßig vom Mittelpunkte des Arbeitsstücks gegen den Umkreis oder vom Umkreis gegen den Mittelpunkt fortschreiten.

Drehbank für Eisenbahn-Wagenräder. — In den Eisenbahnwerkstätten gebraucht man große Drehbänke, auf welchen die Spurkränze zweier bereits auf ihrer Achse befestigten Wagenräder gleichzeitig abgedreht werden, indem für jedes Rad ein besonderer unabhängiger Support vorhanden ist. Einrichtungen dieser Art findet man beschrieben und abgebildet im Bulletin de la societé d'encouragement, 50. Année (1851) p. 125; — Armengaud, Publication industrielle, Vol. V. p. 392; — Heusinger v. Waldegg, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Bd. 6 (1851) S. 1; — Dingler's polytechn. Journal, Bd. 142, S. 9; — Polytechn. Centralblatt, Jahrgang 1856, S. 897; — Deutsche Gewerbezeitung, Jahrg. 1856, S. 166. Läßt man, nach dem Prinzipe der oben beschriebenen Duplex-Drehbank, an jedem Rade zwei Drehstähle arbeiten, so erhält die Drehbank im Ganzen vier Supporte (Armengaud, Publication industrielle, Vol. X. p. 359.)

Scheibendrehbank. — Die gewöhnlichen Drehbänke mit einem horizontalen Bette, bestehe dieses nun aus zwei Wangen oder einem Prisma, gestatten nicht das Einspannen und Abdrehen von Gegenständen, welche einen sehr großen Durchmesser haben; denn es muß der Halbmesser des Arbeitsstückes stets kleiner sein als der senkrechte Abstand von der Spindelachse zu den Wangen oder dem Prisma, welchen man die Spindelhöhe der Drehbank nennt. Da nun selbst bei großen Drehbänken die Spindelhöhe selten 24 Zoll übersteigt und schon darum nicht beliebig vergrößert werden kann, weil sonst der Arbeiter nicht bequem ankommen würde, auch die sehr hohen Docken

zu stark den Erschütterungen ausgesetzt wären; so ist ein Durchmesser von 4 Fuß ziemlich der größte, welchen ein Gegenstand haben darf, um auf einer Drehbank von der allgemein gebräuchlichen Bauart eingespannt zu werden. Große Räder, Scheiben, Platten rc., welche des Abdrehens (sei es auf dem Rande, sei es auf der Fläche) bedürfen, kommen aber im Maschinenbau sehr oft vor: man bedient sich für solche Fälle der Scheibendrehbank, Plandrehbank, an deren Spindel eine große, öfters bis zu 18 Fuß im Durchmesser haltende kreisrunde, mit vielen Spalten oder Löchern versehene gußeiserne Scheibe (Planscheibe) angebracht ist. Auf dieser werden die Arbeitsstücke mittelst Schraubbolzen mit hakenförmigen Köpfen befestigt; die erwähnten zahlreichen Oeffnungen der Scheibe gestatten eine solche Versetzung der Bolzen, daß dieselben jederzeit an Punkten, wo sie nicht dem Drehstahle im Wege stehen, eingesetzt werden können. Die Wangen fehlen dieser Drehbank. Gegenüber dem Gestelle mit der Spindeldocke (dem Spindelkasten) ist ein abgesondertes Gestell für den Support vorhanden, und die Planscheibe reicht zwischen beiden Gestellen bis fast auf den Fußboden, ja nöthigen Falls in eine Vertiefung desselben hinab, so daß ihrer Größe eine weite Grenze gesteckt ist und Arbeitsstücke von sehr ansehnlichem Durchmesser ungehindert auf ihr eingespannt werden können.

Das Bulletin de la société d'encouragement enthält im 42sten Jahrgange (1843), S. 433, Beschreibung und Abbildungen einer nach vorstehenden Grundzügen gebauten Scheibendrehbank von Saulnier in Paris, die Scheibe 2 Meter im Durchmesser.

Einzelne Scheibendrehbänke werden auch mit Wangengestell ausgeführt; aber man macht dann die Wangen gewöhnlich nur kurz, weil ein Reitstock nicht darauf angebracht wird und der Support, welcher auf ihnen steht, keinen großen Weg zu machen hat. Sofern aber hierbei die Scheibe eine etwas erhebliche Größe hat, muß die Höhe der Spindeldocke beträchtlich sein und man ist, um dieser Docke gehörige Standfestigkeit zu geben, genöthigt, sie mit einer sehr breiten Basis zu versehen, also die Wangen viel weiter aus einander zu legen, als bei gewöhnlichen Drehbänken. Ein Beispiel hiervon gibt die kleine Scheibendrehbank von Fox in Derby (Verhandl. des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, 11. Jahrg. 1832, S. 40), mit Scheibe von 3 englischen Fuß Durchmesser, bei welcher der lichte

Abstand zwischen den beiden Wangen 2⅓ Fuß, die Spindelhöhe 2 Fuß, die ganze Länge der Wangen (einschließlich des durch die Spindeldocke bedeckten Theils) kaum 6 Fuß beträgt.

Macht man die Wangen der Scheibendrehbank lang wie bei anderen Drehbänken, und bringt man eine Leitschraube für den Support im Gestelle an, so kann die Maschine zugleich als Zylinderdrehbank und Schraubenschneidmaschine gebraucht werden, was zwar ökonomisch ist, aber sich in konstruktiver Hinsicht nicht empfiehlt, da vermöge der durch die Scheibe erforderten großen Spindelhöhe und großen Breite das Ganze schwerfällig wird. So findet man bei einer derartigen Drehbank von Cavé in Paris (Bulletin de la société d'encouragement 43. Année, 1844, p. 349, und daraus in Dingler's polytechn. Journal, Bd. 95, S. 170), wo die Planscheibe 3 Meter Durchmesser hat und die Wangen 7 Meter lang sind, letztere 1,8 Meter weit auseinander liegend und die ungewöhnlich große Spindelhöhe = 1,27 Meter.

Will man Scheibendrehbank und Zylinderdrehbank in Eins verbunden bauen, so geschieht dies am zweckmäßigsten auf die Weise, daß man beide Enden der Spindel für die zwei verschiedenen Anwendungen zum Einspannen der Arbeitsstücke benutzt, nämlich auf dem einen Ende die Planscheibe befestigt, vor dem andern Ende aber beliebig lange Wangen anordnet, auf denen der Support zum Zylinderdrehen sich befindet. Diese Einrichtung hat eine große Drehbank von Fox, welche mit Hülfe sehr vollständiger Zeichnungen beschrieben ist in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes, 11. Jahrg. (1832), S. 210. Wir entlehnen dieser Quelle nur die nöthigsten Abbildungen und geben dieselben auf unserer Tafel 60, Fig. 1, 2, 3, in verkleinertem Maßstabe wieder. Fig. 1 ist ein Aufriß von vorn und Fig. 2 ein Seitenaufriß, beide im 36sten Theil der wirklichen Größe; Fig. 3 der Grundriß im 72sten Theile der Größe.

Die Hauptbestandtheile zum Abdrehen von Flächen sind: die Spindeldocke A nebst der Spindel B und der Planscheibe C; ferner die mit letzterer parallel stehenden Gleise oder Wangen D, auf welchen ein Schlitten E als Träger des Supports F sich befindet; und endlich der Betriebsapparat L. Zum Abdrehen von Zylindern gehören außerdem noch: die Wangen G, welche gegen die Rückseite der Docke A angeschraubt sind; ein hierauf beweglicher Schlitten K, auf welchen

man den Support F übertragen kann, und die gleichfalls auf den Wangen G verstellbare Spitzdocke oder der Reitstock J. Zwischen letzterem und der Spindel B, in welche zu diesem Zwecke eine Zentrumspitze eingesetzt wird, kannn man den zu drehenden Gegenstand wie bei allen gewöhnlichen Drehbänken einspannen.

Die Docke A steht unmittelbar auf dem Fundamente und ist durch vier darin mit Blei vergossene Schraubbolzen befestigt. Bei g (Fig. 2) ist einer der beiden Bolzen sichtbar, welche die Docke mit den Wangen G verbinden. Die hohle gußeiserne Spindel B liegt in zwei von der Docke A gebildeten Lagern und wird durch die gußeisernen Lagerdeckel a in ihrer Lage gehalten. Auf dem einen Ende der Spindel B ist die Planscheibe C aufgeschoben und durch einen Stift befestigt; sie hat zur Festlegung der auf ihr abzudrehenden Gegenstände eine große Anzahl Löcher (Fig. 1) und wird zugleich als gezahntes Rad von der Betriebsvorrichtung in Bewegung gesetzt. Wegen der Größe der auf dieser Drehbank zu bearbeitenden Stücke ist zwischen der Docke A und den Gleisen D das Fundament nach einem Radius von 9 Fuß hohl ausgearbeitet, so daß die Planscheibe selbst und die auf ihr eingespannten Räder rc. sich in dieser gemauerten Rinne ungehindert herumdrehen können. Am andern Ende der Spindel B ist eine zweite Scheibe H aufgekeilt, welche mittelst ihres Stiftes e (des sogenannten Mitnehmers) den abzudrehenden Zylinder auf bekannte Weise um seine Achse dreht. Ein gußeisernes Stück c (Fig. 2), dessen Hals 8 bis 9 Zoll weit in die Höhlung der Spindel hineinreicht und welches die konisch eingesteckte Zentrumspitze d enthält, kann, wenn der Gebrauch der Drehbank es erfordert, durch drei Schrauben und eben so viele Stellstifte an der Spindel befestigt werden.

Die Geschwindigkeit der Spindelumdrehung muß nach Bedarf abgeändert werden; dazu dienen einerseits mehrere Riemscheiben von verschiedener Größe, deren eine nach Erforderniß auf eine der Achsen I, II, III, IV (Fig. 3) gesetzt und von der bewegenden Kraft getrieben wird, andererseits aber die Einrichtung des Räderwerkes selbst. Es erhellet nämlich aus Fig. 3, wie die Achsen II, III und IV in ihren Lagern verschiebbar sind, so daß entweder das Getriebe O aus dem Eingriffe des Rades N, oder Q aus dem Eingriffe von P, oder endlich S aus dem Eingriffe von R ausgerückt werden kann. Eigene Bügel halten diese Achsen in einer der ihnen hiernach zukommenden

Lagen (d. h. ein- oder ausgerückt), je nachdem sie auf die linke oder rechte Seite derselben gehangen werden. Gesetzt nun, es würde die größte Riemscheibe auf der Achse I befestigt, während man durch Verschieben der Achse II die übrigen Räder außer Eingriff setzt, so wird die Planscheibe C, durch das Getriebe M bewegt, ihre größte Geschwindigkeit erlangen. Wird dieselbe Riemscheibe auf die Achse II gesetzt, das Getrieb O mit dem Rade N in Eingriff gebracht, aber das Getrieb Q von P abgerückt, so erhält die Planscheibe eine geringere Geschwindigkeit. Durch ferneres Versetzen der Riemscheibe auf die Achsen III und IV wird die Bewegung der Spindel noch langsamer, und durch gleiches Verfahren mit den übrigen vorhandenen Riemscheiben erlangt man wieder verschiedene Geschwindigkeiten, so daß die langsamste Bewegung hervorgebracht wird, wenn die kleinste Riemscheibe auf die Achse IV gesetzt wird und die gesammten Räder und Getriebe in einander greifen. Die zwei gußeisernen Lagergerüste L L der Betriebsvorrichtung (Fig. 1, 3) sind an der Spindeldocke A festgeschraubt und am äußersten Ende durch ein Stück U mit einander verbunden.

Von den Wangen G ist die eine oben in ganzer Breite flach, die andere durch zwei Abschrägungen zugeschärft, so daß ihre Horizontalfläche nur sehr schmal ist. Mittelst zweier Schrauben g (Fig. 2) werden sie, wie schon erwähnt, mit der Docke A verbunden; außerdem sind sie auf den drei Grundplatten k (Fig. 2, 3) festgeschraubt, welche in dem Fundamente eingelassen und durch mit Blei vergossene Schrauben befestigt werden. Man wird in Fig. 3 bemerken, daß die Mittellinie zwischen den Wangen G G außerhalb der Mittellinie der Spindeldocke A liegt; dadurch ist es möglich, Gegenstände von einem größern Durchmesser abzudrehen, indem der Support mit dem Drehstahle weiter von der Achsenlinie der Spindel entfernt werden kann, als sonst bei der vorhandenen Breite des Bettes G G anginge.

Der Reitstock J besteht aus dem obern Theile (der eigentlichen Spitzendocke) und aus dem untern Theile l, der auf den Bahnen oder Wangen G liegt. Mittelst der Schrauben m werden beide Theile mit einander verbunden, und durch die Stellschrauben n wird der obere Theil in die Richtung gebracht, daß die Achse des Reitnagels o nebst der stählernen Spitze p in eine gerade Linie mit der Achse der Spindel B zu liegen kommt. Nachdem mittelst der Schraube r die Spitze

p gehörig fest in den Körnerpunkt des Arbeitsstücks eingesetzt ist, wird durch Anziehen der Schraubenmuttern q der Reitnagel o unbeweglich gemacht, indem zwei unten an den Schrauben dieser Muttern befindliche Ringe denselben im Innern des Reitstocks umfassen. Die Bolzen h befestigen den Reitstock auf der ihm angewiesenen Stelle der Wangen G.

Der Schlitten K, zur Aufnahme des Supports F bestimmt wenn man einen Zylinder oder dergleichen abdrehen will, erhält seine Befestigung auf den Wangen G durch zwei Bolzen, von welchen einer in Fig. 2 bei m'' sichtbar ist.

Die Wangen oder Gleise D sind genau mit der Ebene der Planscheibe C parallel oder auf die Achse der Spindel B normal gerichtet. Sie werden auf zwei im Fundamente eingelassenen Sohlplatten a' in geringer Höhe über dem Fußboden festgeschraubt. Auf ihnen liegt der Schlitten E, welcher mittelst zweier Unterlegplatten wie f' mittelst Schraubbolzen g' festzuklemmen ist.

Der Support F besteht, mit Ausnahme der Schrauben und zweier messingener Muttern, gänzlich aus Gußeisen. Auf dem Schlitten E wird zunächst der Untersatz F festgeschraubt; derselbe ist mit einer hohlen zylindrischen Erhöhung versehen, um den Zapfen der Platte l' aufzunehmen. Um diesen Zapfen läßt sich der Support unter jedem beliebigen Winkel gegen die zu drehende Fläche stellen, und er wird dann in der bestimmten Lage durch Schrauben festgehalten. Auf der Platte l' ist ein Schieber m', der durch die beiden an ihr festgeschraubten Schienen n' geführt wird. r' ist die Schraube zur Bewegung des Schiebers m'. Rechtwinkelig gegen die Richtung des letztern liegt auf demselben der zweite Schieber u' zwischen zwei Schienen t', mit einer Schraube v' zu angemessener Bewegung versehen. In den Aufsätzen w' des Schiebers u' sind rechtwinkelige Rinnen ausgearbeitet, welche, von den Deckeln x' bedeckt, vierseitige Oeffnungen bilden. In eine dieser Oeffnungen legt man den Drehstahl i, welcher durch die Druckschrauben y' darin unbeweglich erhalten wird.

Zu dieser Drehbank gehört endlich noch eine Bohrvorrichtung, um Radnaben und kleine Zylinder auszubohren, hinsichtlich deren wir auf unsere Quelle verweisen.

II. Support.

Im Hauptwerke sind (Bd. IV, S. 320 — 344) drei karakteristische Muster des Supportes beschrieben und durch ausführliche Abbildungen erläutert. Die Einrichtung dieses wichtigen Drehbank-Bestandtheils ist mannichfaltig abgeändert worden; wir verweisen in dieser Beziehung auf die schon zitirten Beschreibungen verschiedener Drehbänke, an welchen gewöhnlich auch der Support eine oder die andere, mehr oder weniger bedeutende Eigenthümlichkeit darbietet; ferner auf: Armengaud, Publication industrielle, Vol. II, p. 305; Dingler's polytechn. Journal, Bd. 43, S. 161; Kronauer, Technische Zeitschrift, Bd. I. (1848) S. 148.

Eine besondere Art bildet der Kugel-Support, zum genauen Abdrehen metallener Kugeln — z. B. der Kugelventile für Pumpen rc. — bestimmt. Der Obertheil eines solchen Supports, auf welchem der Drehstahl angebracht ist, kann um einen mitten unter der eingespannten Kugel liegenden Drehpunkt horizontal so herumgeführt werden, daß der Drehstahl einen Kreis beschreibt, dessen Ebene durch die Drehungsachse der Kugel geht und von dieser Achse halbirt wird. Da die Kugel, welche man dreht, fast zur Hälfte in einer hölzernen Schale an der Drehbankspindel eingefuttert sein muß, um von letzterer die drehende Bewegung zu empfangen, so durchläuft der Drehstahl stets nur ein wenig über die Hälfte der Kreislinie und dreht so die halbe Kugel ab; die andere Hälfte wird sodann, nachdem die Kugel im Futter umgewendet worden ist, auf gleiche Weise bearbeitet.

Ueber Kugelsupporte kann man Dingler's polytechnisches Journal, Band 70, S. 98, und Armengaud Publication industrielle, Vol. VII. p. 431, nachsehen. Wir begnügen uns hier mit der Beschreibung eines solchen Supports, welcher aus der Werkstätte von Sharp Brothers in Manchester stammt und auf unserer Taf. 60, Fig. 4, 5, 6, vorgestellt ist. Fig. 4 gibt einen senkrechten Durchschnitt, Fig. 5 einen normal zu diesem stehenden Aufriß, Fig. 6 den Grundriß. a ist ein gußeisernes Stück, welches sehr genau auf die Wangen A A der Drehbank so gesetzt wird, daß der Mittelpunkt des Zapfens c (Fig. 4) richtig unter der Achsenlinie der Drehbankspindel steht, und seine Befestigung durch Anziehen der Mutter B erhält. Auf diesem Untertheile a befindet sich eine drehbare Scheibe b, welche durch die Schraube ohne

Ende e, mittelst deren Eingriffes in die Zähne der Scheibe, in Umdrehung gesetzt wird. Zur genauen Führung der Scheibe b dient der Gleitklotz d, so wie der Zapfen c. Letzterer ist konisch, um ihn mittelst der Mutter n nachzuziehen, wenn er im Loche der Scheibe Spielraum bekommen haben sollte. Auf b befindet sich eine Führung f, und auf dieser wird das Obertheil g mittelst der Schraube h bewegt. Oben in g ist der Drehstahl i durch die beiden Druckschrauben k, k befestigt, wonach man vermöge der Schraube h den Stahl nach Belieben der Drehbankspindel nähern oder von ihr entfernen, folglich der zu drehenden Kugel jedes Mal den erforderlichen Durchmesser geben kann.

Das Uebrige wird aus den Zeichnungen ohne Weiteres zu ersehen sein, zumal die Einrichtung eines gewöhnlichen Supports als bekannt vorausgesetzt werden darf und es von selbst klar ist, wie durch Vereinigung der Umdrehung des Arbeitsstücks um die horizontale, und der Kreisbewegung des (— genau in der Höhe der Spindelachse angreifenden —) Drehstahls um die vertikale Achse, ersteres die Kugelgestalt annehmen muß.

III. Drehstähle.

Zu dem, was im Hauptwerke (Bd. IV. S. 388—404) über die Drehwerkzeuge mitgetheilt wurde, müssen hier einige Einzelheiten nachgetragen werden. Eine lesenswerthe Abhandlung über Form und Wirkungsweise der Drehstähle überhaupt steht in der Deutschen Gewerbezeitung, Jahrgang 1850, S. 97—101.

a. Zum Drehen aus freier Hand. — Fig. 20 auf Taf. 60 (ein Drittel der wirklichen Größe) ist ein kleiner Handdrehstahl, welcher aus einem Stücke flachen Stahles dadurch hergestellt wird, daß man unmittelbar an dessen Ende zwei winkelige Kerben ac und be einfeilt, womit zwei Schneiden zu abwechselndem Gebrauche, die eine bei a, die andere bei b entstehen. Ist die Endfläche des Stäbchens (wie in der Abbildung) querüber konvex rund geschliffen, so sind die Scheiben bogig (Schrotstahl), läßt man sie flach, so hat man gerade Schneiden (Schlichtstahl).

Den großen Drehstählen, deren langes Heft der Arbeiter auf seine rechte Achsel lehnt, gibt man nicht selten behufs festeren Haltens und sicherern Wendens ein zweites, rechtwinkelig zum ersten stehendes Heft, welches beim Gebrauch nach unten gerichtet ist und mit der

linken Hand gefaßt wird, während die rechte das Hauptheft zwischen Achsel und Auflage umfaßt und gehörig gegen die letztere niederdrückt. Mehrere derartige Anordnungen sind auf Taf. 60 in Fig. 22 bis 27 und Taf. 61, Fig. 1 bis 7 dargestellt, und zwar im Viertel der wirklichen Größe. Die einfachste zeigt Fig. 5 (Taf. 61) in der Seitenansicht; Fig. 6 und 7 sind zwei Durchschnitte nach $\alpha\beta$, der erstere nach dem Ende des Drehstahls hin, der zweite nach dem Hefte hin angesehen. Das Werkzeug ist ein (nach seiner Gestalt so genannter) viereckiger Nagelkopfstahl mit vier geradlinigen Schneiden ab, bc, cd, da, von welchen eine nach beliebiger Auswahl gebraucht wird, so daß das Ganze gleichsam einen vierfachen breiten Schlichtstahl (zum Glattdrehen großer Gegenstände) bildet. Der Schaft e ist vierkantig mit quadratischem Querschnitt; auf denselben wird das Hülfsheft B (welches eine eiserne Zwinge f hat) mittelst des in ihm befestigten eisernen Hakens gh nur aufgehangen, es kann daher leicht abgenommen und auch auf einem andern Drehstahle, zu welchem der Haken paßt, gebraucht werden.

Fig. 1, Taf. 61 (Seitenansicht), Fig. 2 (Oberansicht), Fig. 3 (Endansicht) und Fig. 4 (Durchschnitt nach $\alpha\beta$) stellen einen Drehhaken, im Besondern Schrothaken — mit bogenförmiger Schneide n — vor, dessen Gestalt allgemein bekannt und gebräuchlich ist. Die Eigenthümlichkeit liegt hier nur in dem Hülfshefte B, welches sehr lang und dessen Haken gh anders geformt ist, als im vorigen Beispiele.

Der Spitzhaken Fig. 22, Taf. 60 (Oberansicht), Fig. 23 (Seitenansicht) und Fig. 24 (Durchschnitt durch das Hülfsheft) ist, was das Schneidwerkzeug an sich betrifft, ebenfalls bekannt, unterscheidet sich jedoch von den gewöhnlich vorkommenden Instrumenten seiner Art dadurch, daß er nicht mit einer Angel unwandelbar im hölzernen Hefte A feststeckt, sondern oben auf demselben in eine von u bis v reichende Nuth nur eingeschoben ist, so daß man das nämliche Heft für verschiedene dazu passende Drehstähle (z. B. Schrot-, Schlicht- und Spitzhaken gleichen Kalibers) gebrauchen kann, indem der Stahl ausgewechselt wird. Man kann auch nach Belieben den Stahl mehr oder weniger weit aus dem Hefte hervorragen lassen, folglich hierdurch das ganze Werkzeug verlängern und verkürzen. Die Befestigung des Stahls im Hefte A geschieht durch das Hülfsheft B, indem eine eiserne Spindel l mittelst des viereckigen Ringes an ihrem obern Ende den

Schaft o umfaßt, gänzlich durch B hindurch geht und bei r mit einer Schraubenmutter versehen ist. Wird letztere scharf angezogen, so sind alle Theile fest mit einander verbunden.

Fig. 25 (Taf. 60) ist die Seitenansicht eines runden Nagelkopfstahles, der auf dem scharf geschliffenen kreisförmigen Rande a a seines Kopfes eine in sich selbst zurückkehrende Schneide darstellt, von welcher eine beliebige Stelle zur Wirkung gebracht wird und den Dienst eines großen Schrothakens (zum Drehen aus dem Groben) leistet. Fig. 26 zeigt einen Durchschnitt nach $\alpha\beta$, Fig. 27 einen andern durch das Hülfsheft B. Die ganze Länge des Heftes A beträgt 2 Fuß. Ist das Hülfsheft nicht vorhanden, so kann der Stahl (der auch im Schafte C rund ist) beim Drehen die Auflage entlang fortgewälzt (statt geschoben) werden, was eine gewisse Bequemlichkeit gewährt. Mit Anwendung des Hülfsheftes B gestattet er nur eine Wendung hin oder her. Damit man jedoch alle Theile des schneidigen Umkreises a a zu verschiedenen Zeiten benutzen kann, ist B in vier verschiedenen Stellungen, stets rechtwinkelig zu A C, anzubringen. In dieser Absicht sind durch die eiserne Zwinge x y und das Heft A kreuzweise zwei Löcher 1, 2 gebohrt; die Spindel l des Heftes B wird in eins oder das andere dieser Löcher, von der einen oder andern Seite, eingeschoben und geht dabei zugleich durch ein entsprechendes Loch des Schaftes C; schließlich verbindet die vorgeschraubte Mutter r alle Theile mit einander.

Werkzeug zum Abdrehen metallener Kugeln. — Wie man Metallkugeln mittelst eines eigenthümlich gebauten Supports richtig abdrehen könne, ist oben, S. 568, erörtert. In Ermangelung des Kugelsupports dient zur Erlangung der gehörigen Genauigkeit folgendes Instrument, welches auf Taf. 61 Fig. 8 in der Seitenansicht, Fig. 9 in der Oberansicht und Fig. 10 im Durchschnitte abgebildet ist (ein Drittel der wirklichen Größe). Seine Konstruktion beruht auf dem Satze der Stereometrie, daß durch drei im Raume und nicht in derselben Ebene liegende Punkte sich nur eine Kugeloberfläche legen lasse, und daß umgekehrt also jeder Körper, von dessen Oberfläche in jeder Lage dieselben drei Punkte im Raume durchsetzt werden, eine Kugel von genau bestimmter Größe sein müsse. Das Hauptstück des Instruments ist ein mit zwei Stielen oder Handgriffen A, A versehener Stahlring o, dessen genau kreisförmige Oeffnung dergestalt

konisch ausgedreht ist, daß der untere Rand o o dieser Oeffnung eine Schneide bildet (s. Fig. 10). Quer über den Schneidring ist der Bügel b aufgesetzt und festgeschraubt, welcher in seiner Mitte eine Mutter für die Stellschraube c d enthält. Das kugelig abgerundete Ende von c kann durch Auf- und Abschrauben vom Schneidringe entfernt oder demselben näher gebracht werden. Beim Gebrauche tritt die abzudrehende Kugel, wie der punktirte Kreis in Fig. 10 andeutet, in den Schneidring ein; und man erkennt, daß wenn die Schraube e weit genug niedergedreht wäre, um ihr Ende in die Ebene der Kreislinie o o zu versetzen, die Schneide gar nicht mehr zur Wirkung gelangen könnte, und diese Stellung einer Kugel von unendlich großem Durchmesser, d. h. einer Ebene, entspricht. Wäre dagegen die Stellschraube so weit von dem Schneidringe zurückgeführt, daß das Ende derselben sich um die Größe des Halbmessers der Oeffnung o o von der Ebene dieser letztern entfernt befände, so entspräche diese Stellung einer Kugel, deren Durchmesser dem des Kreises o o gleich wäre, oder der kleinsten Kugel, welche mit diesem Instrumente noch verfertigt werden könnte. Jede andere Stellung der Schraube c d erzeugt also eine andere Kugelgröße. Es muß jedoch stets ein noch genügend großer Abschnitt der Kugel durch die Oeffnung o o hindurch treten, damit die Schneidkante leicht und vortheilhaft angreift; deshalb wird ein in der dreifachen Größe unserer Abbildung ausgeführtes Instrument nicht wohl Kugeln von mehr als 2½ Zoll Durchmesser abdrehen können. Beim Arbeiten hält man die Schneide o o gegen die an einem kegelförmigen Dorn mit Zinn angelöthete gegossene (messingene oder bronzene) Kugel und preßt, während dieselbe mit der Drehbankspindel umläuft, das Instrument so weit man kann — wenigstens um die vordere dem Arbeiter zugewendete Hälfte — rund herum, bis endlich das Ende der Stellschraube allenthalben das Metall berührt und demnach der Schneidring keine Späne mehr abnimmt. Die so vollendete Hälfte wird dann an dem Metalldorne angezinnt, und die unausgearbeitete Seite ebenfalls der beschriebenen Bearbeitung unterworfen. Eine andere Methode besteht darin, die Kugel zwischen zwei hölzerne schalenartige Futter zu legen, welche nach kleinen Kugelabschnitten von entsprechendem Halbmesser hohl ausgedreht sind und von denen das eine an der Drehbankspindel befestigt, das andere vor den Reitnagel des Reitstocks gelegt ist; den zwischen beiden Schalen sichtbaren Theil der

Kugeloberfläche mit dem Instrumente in angezeigter Weise abzudrehen; und die Kugel zwischen den Schalen von Zeit zu Zeit zu wenden, bis schließlich ihre ganze Oberfläche vollendet ist.

b) Zum Drehen mit dem Support. — Die auf dem Support zu gebrauchenden Drehstähle oder Drehmeißel sind von mannichfaltiger Form und an Größe sehr verschieden. Im Hauptwerke sind zunächst nur solche für kleinere Arbeit auf S. 399—402 des IV. Bandes beschrieben und Taf. 82, Fig. 46—56 abgebildet; größere und verschieden gebildete Exemplare haben wir jetzt zu erläutern.

Fig. 21 (Taf. 60) in Seitenansicht A und Oberansicht B, im Drittel der wirklichen Größe gezeichnet, ist ein breiter Schlichtstahl; a b dessen geradlinige Schneide. Die Biegung bei c erzeugt einen gewissen Grad von Elastizität, welcher zum Glattdrehen unter Abnahme eines feinen Spanes günstig wirkt.

In den Fig. 11—21 (Taf. 61) sind, auf ein Viertel der wirklichen Größe verjüngt, vier Drehstähle zu großen Zylinder- und Scheibendrehbänken vorgestellt. Fig 11 ist die Seitenansicht, Fig. 12 Oberansicht und Fig. 13 Endansicht eines als Spitzhaken geschliffenen Stahls. Der Schaft desselben hat wie gewöhnlich eine quadratische Querschnittsgestalt; a c und b c sind die Schneiden, welche in der Spitze c zusammentreffen. — Fig. 14 (Seitenansicht) und Fig. 15 (Oberansicht) stellen einen zweiten, Fig. 16 und 17 eben so einen dritten Drehstahl vor; diese beiden (von gleicher Länge und Dicke mit dem vorigen) unterscheiden sich nur durch die seitwärts gebogene Stellung des Hakens, welcher bei ersterem links bei letzterem rechts von der Richtung des Schaftes absteht. — Fig. 18 ist die Oberansicht, Fig. 19 die Seitenansicht, Fig. 20 die Endansicht, Fig. 21 der Durchschnitt nach $\alpha\,\beta$ eines Stahles, welcher sich zum Drehen in Höhlungen eignet. Sein Schaft ist von p bis r vierkantig (mit quadratischem Querschnitt), von p bis q rund (vergl. Fig. 21). Am Ende dieses runden Theils steht unter rechtem Winkel der sichelförmige Theil ab, an welchem die zwei in eine Spitze c zusammenlaufenden Schneiden a c und b c sich befinden. — Diese vier Formen sind in einem vorliegenden Sortimente von drei verschiedenen Größen ausgeführt. Die abgebildeten Exemplare sind die mittleren; die kleinsten messen 0,426 Meter in der Länge und 0,021 M. in der Dicke, die größten 0,56 M. in der Länge und 0,029 M. in der Dicke.

Meißelhalter. — Die beträchtliche Anzahl verschiedener Drehmeißel, welche man stets für den Gebrauch in Vorrath haben muß, verursacht einen erheblichen Aufwand an Stahl, und selbst der Raum, den sie zur Aufbewahrung erfordern, ist ein nicht gänzlich der Beachtung unwürdiger Umstand. Man hat daher neuerlich angefangen, sich für den Support — namentlich bei kleineren Drehbänken — einer Vorrichtung zu bedienen, welche in beiden Beziehungen Abhülfe schafft, nämlich eines Universal-Schaftes oder Halters, in welchen von einem Sortimente ganz kleiner Drehmeißel jedes Mal der dem besondern Falle angemessene eingesetzt wird. Zwei verschiedene englische Instrumente dieser Art sind auf Taf. 60, im Drittel der wirklichen Größe, abgebildet.

Das erste zeigt Fig. 7 in der Seitenansicht, Fig. 8 im Grundrisse, Fig. 9 im horizontalen Längendurchschnitte, Fig. 10 in einem Querdurchschnitte, Fig. 11 in der vordern Endansicht (hier ohne den Meißel). Der Hauptkörper ist ein vierseitig prismatisches Stück Stahl, dessen Seiten in den Abbildungen mit a, b, c, d bezeichnet wurden, so daß mittelst dieser Buchstaben man sich hinsichtlich der Beziehung zwischen den einzelnen Figuren leicht orientirt. Hinten endigt dieser Körper mit einem kurzen zylindrischen Theile p; vorn ist derselbe abgerundet (s. Fig. 8, 9) und mit einem von oben nach unten durchlaufenden Spalte m (Fig. 11) versehen, der nach innen zu schwalbenschwanzförmig sich erweitert. Der in Fig. 7 ersichtlichen Abschrägung des vordern Endes entsprechend hat auch jener Spalt eine schräge (von oben nach unten zurücktretende) Richtung. Der Meißel k, von dreieckiger Querschnittsgestalt (Fig, 7, 8, 9) wird in den Spalt so eingeschoben, daß sein schneidendes Ende nach oben steht. Der Körper a b c d ist nach seiner Achsenlinie vom Ende p aus bis in den Spalt m zylindrisch durchbohrt, diese Bohrung in p und noch etwas weiter hinein zu größerem Durchmesser ausgesenkt, endlich in dieser Erweiterung ein Muttergewinde für die stählerne Schraube f geschnitten, die einerseits mit dem glatten Zapfen c, andererseits mit dem quer durchbohrten kugeligen Kopfe g endigt. Der engere und glatte Theil der Höhlung nimmt einen gehärteten Stahlzylinder l auf, welcher, wenn er durch Eindrehen der Schraube f vorgeschoben wird, den Meißel k keilartig gegen die einander zugeneigten Seitenwände des Spaltes m preßt und ihn solchergestalt fest einklemmt. Um diesen Dienst richtig

zu versehen, ist die vordere Endfläche des Zylinders nicht nur derartig schräg, daß sie mit ihrer ganzen Ausdehnung die Rückseite des schräg stehenden Meißels berührt, sondern auch mit kreuzweise gelegten feinen Kerben wie eine Feile versehen. Eben wegen der erwähnten Abschrägung darf aber der Zylinder l niemals sich um seine Achse drehen, überhaupt keiner andern Bewegung fähig sein, als der Schiebung in seiner Längenrichtung. Dies wird auf folgende Weise erreicht.

In der Seitenfläche b des äußern Körpers a b c d ist eine länglich viereckige Vertiefung n (Fig. 7, 9, 10) ausgearbeitet, und von dieser ganz in die Bohrung ein Spalt durchgebrochen (s. Fig. 7 und 9). Ein Stift o, seitwärts und von außen her in den schon an seinem Platze befindlichen Zylinder l eingeschraubt, schiebt sich in dem Spalte und verhindert jede Drehung des Zylinders. Vor dem Stifte o hat man ein zickzackartig gebogenes Stück einer dünnen Taschenuhrfeder eingelegt, welches beim Zurückdrehen der Schraube e f g den Zylinder l ihr zu folgen veranlaßt, so daß alsdann der Meißel k völlig frei wird und verschoben oder herausgenommen werden kann, überhaupt aber dem Zylinder jede eigenwillige Schiebung verwehrt ist. Die Vertiefung n wird durch ein dünnes stählernes Deckplättchen h verschlossen, welches in Fig. 7 als abgenommen und unter dieser Abbildung besonders gezeichnet erscheint; mit i, i sind in Fig. 8, 9 die zwei zur Befestigung des Plättchens dienenden Schrauben, in Fig. 7 aber die dazu gehörigen Löcher bezeichnet.

Der zweite Meißelhalter, auf ganz anderem Prinzipe als der vorstehende beruhend, wird durch die Fig. 12—19 vorgestellt. Fig. 12 ist eine Seitenansicht, Fig. 13 ein senkrechter Längendurchschnitt, Fig. 14 der Grundriß. Der vierkantige Schaft oder Stiel a b c d ist aus harter Bronze gegossen, bei b c d zwei Mal unter rechtem Winkel gekröpft, an dem Theile c d etwas breiter als im Uebrigen, und am vordersten Ende d halbkreisförmig zugerundet. Zu besserer Erläuterung seiner Beschaffenheit sind die Fig. 15 und 16 beigefügt, von welchen erstere den Grundriß, letztere einen Aufriß vom Ende d aus gesehen vorstellt. Der Theil c d ist in senkrechter Richtung mit einer Durchbohrung e (s. Fig. 15 und die Punktirung in Fig. 16) versehen, neben welcher drei kleine Löcher 1, 2, 3 in die obere Horizontalfläche eingebohrt sind. Von der vorderen Vertikalfläche b nach der hintern c geht eine schräge Oeffnung f durch (Fig. 16 und 13). Endlich ist in

jedem der beiden einspringenden Winkel, welche b c mit c d bildet, eine dreieckige Kerbe 7 ausgefeilt (Fig. 12, 14, 15).

Der nächste Hauptbestandtheil ist ein hohler stählerner Zylinder g i, von demselben innern Durchmesser wie die Bohrung e, Fig. 15, und durch einen schrägen Schnitt in zwei ungleiche Stücke g und i zerlegt. Das größere untere Stück g ist in Fig. 19 (Aufriß und Grundriß) abgesondert gezeichnet; es trägt auf seiner untern kreisrunden Ringfläche einen kurzen Stift 6, und enthält in der obern elliptischen Fläche einen tiefen senkrechten Spalt h h nebst zwei kleinen Löchern 4, 5. Das obere Zylinderstück i (Fig. 18 Aufriß und Ansicht der untern Grundfläche) ist nur unterhalb mit zwei Stiften 4, 5 versehen.

Hierzu gehört ferner ein eiserner oder stählerner Bolzen (Fig. 12, 13, 14, 17) mit breitem rundem Kopfe m, einem langen Schlitze n o im Schafte p, einem Schraubengewinde q und einer sechseckigen Mutter r nebst messingener Unterlegscheibe s. Beim Zusammensetzen des Werkzeugs wird das Zylinderstück g auf c d gestellt, wobei der Stift 6 in eines der Löcher 1, 2, 3 eintritt; auf g aber das zweite Zylinderstück i gesetzt, dessen Stifte 4, 5 von den eben so bezeichneten Löchern in g aufgenommen werden. Dann schiebt man durch i, g und d den vorstehend beschriebenen Bolzen und legt unten die Mutter desselben vor. k l (Fig. 12, 13, 14) ist der Drehmeißel, der Stahlersparung wegen an beiden Enden mit Schneiden versehen; er wird in den Spalt h h des Zylinderstücks g eingeschoben und geht durch den Schlitz n o des Bolzens m q mit reichlichem Spielraum; seine Breite oder Höhe ist aber so groß, daß er ein wenig aus g hervorragt, folglich beim Anziehen der Mutter r das obere Zylinderstück i seinen Druck nicht direkt auf g, sondern auf den Meißel k l ausübt, welcher dadurch fest eingeklemmt wird. Man erkennt dies am deutlichsten aus Fig. 12, wo der kleine Zwischenraum zwischen i und g sichtbar ist.

Es ist früher der drei Löcher 1, 2, 3 auf der Oberseite des Theiles d gedacht und eben so erwähnt worden, daß eins derselben den Stift 6 am Zylinderstücke g aufzunehmen habe. Steckt man den Stift in das mittlere Loch 2, — wie in Fig. 13 zu sehen, — so bekommt der Meißel k l eine Richtung in der geraden Fortsetzung des Schaftes a b: diese Anordnung ist den Abbildungen zu Grunde gelegt, und hierbei tritt der hintere Theil l des Meißels in jene mit f

bezeichnete Oeffnung des Schaftes (Fig. 13, 16), welche bereits erwähnt worden ist. Dagegen geht der Meißel bei den schräg seitwärts gerichteten Stellungen, welche er unter Benutzung des Loches 1 oder des Loches 3 annimmt, außerhalb c d links oder rechts herab, und hier gewähren die Kerben 7, 7 (Fig. 12, 14) den nöthigen Raum, damit der untern Meißelkante nichts im Wege steht.

K. Karmarsch.

Durchschnitt.

(Bd. II. S. 273, Bd. IV. S. 481.)

Die Maschine, welche den obigen Namen führt, oder auch Schnitt, Durchstoß, Durchbruch und Lochmaschine genannt wird, ist deshalb von so ausgedehnter Anwendbarkeit, weil sie in den verschiedenen Größen und Formen ihrer Ausführung sich eignet Löcher von dem Durchmesser einer feinen Nähnadel bis zu ein Paar Zoll Größe, solche von runder wie von jeder andern beliebigen Gestalt, in Blech von der Dicke des Papiers an bis hinauf zu Eisenplatten von einem halben Zoll Stärke und nöthigenfalls darüber, auszuschneiden. Dabei ist dann entweder das Durchlöchern des Metalls der Zweck und die herausgeschnittenen Theile, die sogenannten Putzen sind Abfall (wie beim Lochen der Malzdarrenplatten, der Blechsiebe Bd. XV. des Hauptwerks S. 71, und den ähnlich beschaffenen Zinktafeln zu Fensterjalousien, ferner der aus Messing- und Weißblech gefertigten durchbrochenen Verzierungen auf Klempnerarbeiten, beim Durchbrechen der in Stanzen geprägten Schmuckbestandtheile, Bd. III. des Hauptwerks S. 162, beim Ausschneiden der Zähne an Sägenblättern, der Nietlöcher in Kesselblechen, ꝛc.); oder die herausgeschnittenen Theile von mannichfaltigster Gestalt bilden den Zweck der Arbeit und der Abfall besteht in dem übrig bleibenden Bleche, den sogenannten Schroten (so z. B. bei Verfertigung runder Blechscheiben zum Münzenprägen, zu Kleiderknöpfen und allerlei anderen Anwendungen, ferner der Uhrzeiger, der Stahlschreibfedern, der runden Scheibchen oder sechsstrahligen Sterne zu den kupfernen Zündhütchen für Perkussionsgewehre, der von Eisen- Messing- oder Zinkblech gemachten Zeugringel für Weber Bd. XX. S. 262, der neueren aus Messingblech verfertigten Kleiderhacken und Oesen, der Dochtfedern an Lampenzylindern, der Messer- und Scherenklingen, Riegel, Zuhaltungen und Schloßbleche zu

Schiebladenschlössern, eisernen Schraubenmuttern und Unterlegscheiben dazu u. s. w.) Im letzteren Falle werden ringförmige Gegenstände, wie die Glieder zu gewissen Arten messingener, tombakener und goldener Ketten, dadurch hervorgebracht, daß man in das Blech zuerst lauter Löcher von der innern Gestalt der beabsichtigten Stücke schneidet, dann um jedes solches Loch herum ein zweites größeres — von ähnlicher oder verschiedener Gestalt — durchstößt und die zwischen beiden Schnitten herausfallenden Theile sammelt. Durch ein derartiges Verfahren werden eiserne Schnallenringe aus Blech (viereckig oder oval) in mehreren Größenabstufungen hergestellt, indem man zuerst ein Plättchen von der inneren Gestalt des kleinsten Ringes, dann damit konzentrisch ein zweites, drittes, viertes .... Stück ausstößt, wonach der äußere Umriß des einen und die Oeffnung des nächsten größeren Ringes übereinstimmend ausfallen und kein anderer Abfall entsteht, als das erwähnte innerste Plättchen und der Rest des Bleches nach dem letzten Schnitte.

Eine andere Kombination mehrerer durchgestoßener Löcher wird öfters benutzt, um in dicken Platten große Oeffnungen zu bilden: man stößt nämlich eine Reihe runder Löcher durch, welche nach dem Laufe der vorgezeichneten Umfangslinie so dicht neben einander gemacht werden, daß sie theilweise über einander greifen und demnach eine zusammenhängende breite, schließlich in sich selbst zurückkehrende Spalte erzeugen.

Die Grundbedingungen zur Wirkung des Durchschnitts und die allgemeine Einrichtung desselben sind aus dem Artikel des Hauptwerks bekannt. Gegenwärtig handelt es sich darum noch ein Paar Beispiele der Anordnung von Stempeln und Matrizen zu geben, einige Konstruktionen des Betriebsmechanismus nachzutragen, endlich gewisse Modifikationen der Maschine behuf ihres Gebrauchs für besondere Zwecke anzuführen. Die hierbei in Betrachtung kommenden Abbildungen befinden sich auf Taf. 61.

Stempel A und Matrize B zur Anfertigung der aus dünnem Messingblech bestehenden Dochtfedern für Lampen (Hauptwerk Bd. IX. S. 168) sind Fig. 23 und 24 in zwei Aufrissen — von einer schmalen und einer breiten Seite — dargestellt; Fig. 25 ist die obere Ansicht der Matrize (sämmtliche Figuren im Drittel des wirklichen Maßes). a bedeutet den zylindrischen Zapfen am oberen Ende des

Stempels, womit dieser in eine Bohrung des Schiebers am Durchschnitte eingesetzt wird um durch eine Druckschraube festgehalten zu werden. In der Matrize B sieht man die Oeffnung b von der Gestalt der zu schneidenden Blechstücke; diese Matrize ist eine stählerne Platte, auf den langen Seiten 1, 2 abgeschrägt (Fig. 23), zugleich aber sehr schlank keilförmig in der Art, daß die Seite 3 ein wenig breiter ist als die gegenüberstehende. Vermöge dieser Gestalt kann B beim Gebrauche in eine ähnlich keilförmige und zugleich schwalbenschwanzartig geformte Aushöhlung eines eisernen Klotzes am Durchschnitte fest eingeschoben werden. Alle die verschiedenen Matrizen, welche bei dem nämlichen Durchschnitte vorhanden sind, haben übereinstimmende äußere Gestalt, passen daher gleichmäßig in den Klotz; letzterer aber hat ein rundes von oben nach unten durchgehendes Loch, groß genug um bei Anwendung derjenigen Matrize, welche die größte Oeffnung hat, die ausgeschnittenen Blechtheile durchfallen zu lassen.

Von der Beschaffenheit der Stempel und Matrizen zu durchbrochenen Verzierungen in Blech geben die Fig. 26 bis 28 einen Begriff. Es ist als Beispiel eine sehr einfache Verzierung Fig. 29 gewählt, welche durch die Aneinanderreihung von nur drei verschiedenen Löchern 1, 2, 3 entsteht. Diese drei Löcher werden aber auf einen einzigen Stoß geschnitten, und es hat daher der Stempel drei Theile und die Matrize drei Löcher, deren Beziehung zu Fig. 29 durch die gleiche Bezifferung 1, 2, 3 hervorgeht. Dabei muß bemerkt werden, daß Fig. 26 der Aufriß von vorn, Fig. 27 der Endaufriß, Fig. 28 die Ansicht von unten ist, und alle Figuren im Drittel des wahren Maßes gezeichnet sind. Die drei Theile 1, 2, 3 des Stempels — welche in ihrer ganzen Länge die den Löchern 1, 2, 3 (Fig. 29) entsprechende Querschnittsgestalt haben — sind mit dem oberen Ende in gleichgeformte Löcher einer Eisenplatte A haltbar eingetrieben, welche schräge Seiten a a und übrigens eine schlank keilförmige Gestalt hat (w x größer als y z, Fig. 28), um in eine schwalbenschwanzartige und zugleich keilförmige Vertiefung auf der unteren Fläche des Schiebers am Durchschnitte eingesetzt zu werden. Die Matrize ist eine länglich viereckige Stahlplatte B; damit parallel und um ein Geringes höher liegt die eben so lange und breite aber dünnere Eisenplatte C; um beide in dem richtigen Abstande von einander zu erhalten, dienen die an den Enden befindlichen eisernen Zwischenstücke c, c. Vier Stifte b

sind in C festgenietet und gehen durch Löcher von c, c sowohl als von B. In B und C sind ganz übereinstimmend die drei Löcher 1, 2, 3 des Musters durchgebrochen; davon dienen jene in B zum Schneiden beim Eintritt des Stempels in dieselben, die in C hingegen zur Führung des Stempels in unmittelbarer Nähe der Matrize. Der Stempel erhebt sich nie höher als so weit, daß sein unteres Ende eben in C verschwindet (demnach zeigt Fig. 26 ihn ungefähr auf halbem Wege); dabei entwickelt die Platte C noch eine andere Wirkung als die schon angegebene, nämlich sie hält das Blech zurück, verhindert es dem hinaufgehenden Stempel weiter zu folgen und macht es letzterem möglich sich aus den geschnittenen Löchern zu ziehen, damit man das Blech für den nächsten Schnitt fortrücken kann. Dieses Weiterrücken geschieht mit der Hand und muß genau regulirt werden um sowohl den richtigen Abstand zwischen den auf einanderfolgenden Löchern zu gewinnen, als das Muster in gerader Linie fortzusetzen. Daher ragt auf der oberen Fläche der Matrize B ein kurzes eingenietetes Zäpfchen o (Fig. 26, punktirt in Fig. 28) von der dreieckigen Gestalt des Loches 2 hervor, und der Arbeiter trägt Sorge, das Blech mit dem eben geschnittenen Loche 2 auf dieses Zäpfchen zu stecken, wobei ihm das Hinsehen durch einen Ausschnitt p (Fig. 26) am vorderen Rande der Platte C erleichtert wird. Ferner liegt, zwischen B und C eingeklemmt, aber mit einiger Kraftanwendung verschiebbar, ein klammerförmiges Eisenstück d, welches man so nahe an o stellt, als der gewünschte Abstand der Löcherreihe 2, 2, 2 von dem Rande des Blechstreifens verlangt: indem nun der Blechrand stets in Berührung mit d erhalten wird, ist man der geradlinigen Fortsetzung und richtigen Stellung des Musters sicher.

Als Bewegungsmechanismus ist für Durchschnitte, welche von Menschenhand direkt (ohne Rädervorgelege) betrieben werden, die Schraube — wie im Hauptwerke Bd. IV. S. 484, 491 an zwei Beispielen gezeigt — am allgemeinsten im Gebrauch, namentlich bei Durchschnitten nicht ganz kleinen Formats. Die hier angewendete Schraube ist stets mit stark steigendem Gewinde zu versehen, deshalb eine zwei- oder dreifache; über ihre Wirkungsweise und Berechnung kann man im Artikel Schraube (Bd. XIII des Hauptwerks S. 311, 314) nachsehen. In Fällen, wo der Druck auf eine ziemlich große Fläche ausgeübt werden muß, weil man z. B. eine Reihe oder mehrere Reihen

kleiner Löcher auf ein Mal durchzuschneiden beabsichtigt (s. im Hauptwerke Bd. IV. S. 491) wird man zweckmäßig zwei Schrauben neben einander anbringen, welche so zusammengekuppelt sind, daß sie in genauer Uebereinstimmung ihre Bewegungen machen, obschon die Arbeiterhand unmittelbar nur auf eine von ihnen wirkt. Ein Durchschnitt dieser Art ist beschrieben und abgebildet in: Armengaud, Publication industrielle, Tome VII p. 390, daraus im Polytechn. Centralblatt, Jahrg. 1851, S. 707. Der Kopf der einen Schraube trägt wie gewöhnlich den Schwengel (Balancier) mit Schwunggewichten, zugleich aber einen kürzeren Hebelarm; an der zweiten Schraube ist ein gleicher Hebelarm angebracht, und die Enden beider Arme sind durch eine Lenkstange vereinigt.

Den kleinen Hebeldurchschnitt, welcher im Hauptwerke Bd. IV. S. 494 beschrieben wurde, hat Altmütter in mehreren Beziehungen verbessert und, neben einer älteren nahe verwandten Konstruktion, mitgetheilt: Polytechnische Mittheilungen von Volz und Karmarsch, Bd. III. Tübingen 1846, S. 64, 66. Viel vorzüglicher ist ein ebendaselbst S. 70 beschriebener Hand-Durchschnitt mit Kniehebel. Rummel in Chemnitz (Polytechn. Centralblatt, 1854, S. 65) benutzte einen bei Siegelpressen schon lange angewendeten Mechanismus, welcher wesentlich ein zusammengesetzter Hebel ist: der größere einarmige Hebel übt direkt den Druck auf den Schieber aus, in welchem unten der Stempel des Durchschnitts sich befindet; der zweite kleinere Hebel ist zweiarmig mit sehr ungleichen Armen, hängt mit dem großen Hebel durch ein Gelenk zusammen und enthält ein Getrieb, welches (den kurzen Arm darstellend) sich an einem unbeweglichen verzahnten Bogen des Gestelles hinabwälzt. Einen größern Durchschnitt mit zusammengesetztem Hebel, von Cavé in Paris findet man in Description des Brevets expirés, Tome 24, p. 25. Der Schieber mit dem Stempel befindet sich an dem kurzen Arme eines zweiarmigen Hebels, dessen entgegengesetztes Ende von dem kurzen Arme eines zweiten Hebels gefaßt wird; den langen Arm dieses letztern bewegt der Arbeiter auf und nieder. Das Verhältniß der Armlängen ist etwa 3 : 1 am ersten und 13 : 1 am zweiten Hebel, so daß eine Kraftsteigerung auf das 39fache erreicht wird.

Mit Erfolg hat man bei Hebeldurchschnitten die Wirkung eines Exzentriks zu Hülfe genommen, welches — um die Reibung auf das

geringste Maß herabzubringen — eine wälzende Wirkung auf die mit ihm in Berührung kommenden Theile ausübt. Es ist dies das Prinzip der sogenannten Antifriction press von Dick in Newyork. Ein Beispiel der Ausführung zeigt unsere Fig. 30 (Seitenaufriß im 15ten Theile des wahren Maßes), entlehnt aus Le Blanc Recueil des machines etc. V. Partie, Planche 40, wo man größere und vollständigere Zeichnungen findet. Das Gestell besteht aus einem schweren gußeisernen Bocke A A A mit rohrförmigen Ansätzen l, n zur Befestigung zweier senkrechten Säulen wie e; diese Säulen sind oben noch ferner mittelst eines Querstücks F verbunden. Ein anderes Querstück c ist zwischen l und n auf den Säulen verschiebbar; dasselbe trägt an seiner untern Seite, mitten zwischen den beiden Säulen, einen zylindrischen Schieber k, der in einem eigenen Rohransatze s des Bockes A auf und nieder gleitet und mit dem Stempel r versehen wird. Ein um g drehbarer, mit dem Gewichte h belasteter Hebel lehnt sich mit seinem kurzen Arme o gegen c und strebt beständig dieses Stück zu heben, führt also auch den Stempel nach geschehenem Schnitte zurück hinauf. Das Niederdrücken des Stückes c und folglich des Schiebers k mit dem Stempel r geschieht durch eine abwärts gerichtete Bewegung des Hebels i, der mit seinem gabelförmigen Ende das elliptische Exzentrik a umfaßt und den vierkantigen Theil von dessen Zapfen aufnimmt. Die Enden dieser Zapfen aber sind rund und drehen sich in senkrechten Nuthen der zwei Gestellansätze n, worin sie zugleich auf und nieder gleiten können. b und b′ sind zwei gleiche Bogenstücke, zwischen welchen das Exzentrik a sich befindet. Jedes dieser Bogenstücke endigt (nach Ausweis der punktirten Linien) mit einer Schneide, ist aber zugleich mit ein Paar Zapfen versehen deren Lager beziehungsweise an f und an c angeschraubt sind. Die Schneide von b stützt sich in eine winkelförmig vertiefte Pfanne auf der unteren Seite von f, die Schneide von b′ in eine gleiche Pfanne oben auf c. Wird nun mittelst des Hebels i das Exzentrikum gedreht, so nehmen durch dasselbe auch die Bogenstücke b, b′ eine Drehbewegung an: zugleich entfernt sich b′ von b, sofern ein größerer Durchmesser des Exzentriks in die Vertikallinie tritt; oder es findet umgekehrt (unter Mithülfe des Gewichts h) eine Annäherung von b′ zu b Statt, wenn der senkrecht stehende Durchmesser des Exzentriks kleiner wird. Die Berührung zwischen den Bogenflächen von b, b′ und der Mantelfläche von a

findet sonach stetig mit dem durch h ausgeübten Drucke Statt; man sieht nun auch ein, daß das Exzentrik a auf und nieder steigt entsprechend der veränderlichen Länge seines in den Vertikalen stehenden Halbmessers. In der Abbildung steht der größte Durchmesser senkrecht; demgemäß nimmt das Exzentrik den tiefsten Stand ein und der Stempel r ist durch das gelochte Blech m in die Matrize q eingetreten, welche auf dem (zum Herausfallen der Putzen durchbohrten) Gestellansatze p festliegt. Das Aufheben des Hebels i hat ein Emporsteigen von r, k, c, b′, a zur Folge, worauf man das Blech m angemessen verschiebt, dann durch abermaliges Herabdrücken von i das nächste Loch schneidet; u. s. f. Die Drehbewegungen der Theile a, b und b′ erfolgen beim Heben im Sinne der beigezeichneten Pfeile, beim Niedergange entgegengesetzt. — Statt des Gegengewicht-Hebels o g h können unter c gelegte Federn angewendet werden; dies sowie einige andere Modifikationen des Mechanismus findet man näher angegeben im Polytechn. Centralblatt, 1851, S. 658.

Hebeldurchschnitte, welche mittelst kontinuirlicher Drehbewegung — sei es durch Handkurbel oder von Elementarkraft — in Betrieb gesetzt werden, baut man sehr oft nach derjenigen Art, welche im Hauptwerke Bd. IV. S. 495—496 beschrieben und Taf. 72, Fig. 19 gezeichnet ist; ein Paar hiervon unbedeutend verschiedene Anordnungen sind in Le Blanc Recueil, IV. Pl. 36 und in Kronauer's Maschinen I. Taf. 32, 33 mitgetheilt. Andere Male dagegen wendet man zur Erzeugung der oszillirenden Bewegung des Hebels einen Krummzapfen mit Lenkstange an, wie z. B. Thonnellier in Paris bei seinem zunächst für Münzwerkstätten und Knopffabriken berechneten Durchschnitte gethan hat (Description des Brevets expirés, Tome 58, p. 196). Diese Maschine ist gänzlich selbstthätig, d. h. sie macht, von Dampfkraft betrieben, nicht nur die Schnitte, sondern rückt auch den Blechstreifen (Zain), woraus runde Platten geschnitten werden, schrittweise vor, so daß ein zur Ueberwachung mehrerer Maschinen angestellter Arbeiter nichts zu thun hat, als das letzte Ende des Zains — welches seiner Kürze halber vom Zuführapparate nicht mehr gehalten werden kann — nachzuschieben und dann einen neuen Zain vorzulegen. An der Riemscheibenwelle befindet sich ein Getriebe, welches in ein Rad an einer zweiten Welle greift; diese letztere ist gekröpft und zieht eine an ihrem Krummzapfen eingehangene aufwärts gerichtete Lenkstange

auf und nieder. Die Lenkstange ist oben mit dem langen Arme eines wagebalkenartigen Hebels verbunden, dessen kurzer Arm den Schieber des Durchschnitts trägt. Das Zuführen des Zains geschieht durch zwei kleine neben der Matrize angebrachte Walzen, welche vermittelst eines besondern Räderwerks von der Riemscheibenwelle aus so bewegt werden, daß sie stillstehen während der Schnitt geschieht, nach jedem Schnitte aber so viel sich drehen als zur Vorführung des Zains um eine dem Durchmesser der auszuschneidenden Platten entsprechende Länge nöthig ist.

Eine bedeutende Vereinfachung gewinnt der Betriebsmechanismus des von Elementarkraft bewegten Durchschnitts wenn man eine Welle geradezu über dem Schieber herlegt, an welchem unten der Schneidstempel sich befindet, an dieser Welle ein Exzentrik anbringt und dieses durch eine Lenkstange mit dem Schieber zusammenhängt. Als Beispiel dieser Anordnung geben wir den zum Lochen der Dampfkesselbleche bestimmten Durchschnitt von Gengembre nach Armengaud, Publication industrielle, Tome II. p. 134, auf welche Quelle wir hinsichtlich ausführlicherer Abbildungen verweisen müssen. Es können mit demselben Löcher von 10 bis 40 Millimeter und zwar in Platten von 4 bis nahe an 20 Millimeter Dicke geschnitten werden, die größten Löcher jedoch nur in den dünneren Blechsorten. Fig. 31 unserer Taf. 61 zeigt die vordere Ansicht im 40sten Theile des wirklichen Maßes. A ist ein massiver Block von Gußeisen, mittelst vier starker Bolzen auf einem großen Steinwürfel R befestigt. Hinterhalb desselben ist die horizontale Betriebswelle gelagert, welche die Riemenscheibe D, das Schwungrad H und ein 22zähniges Getriebe trägt. Letzteres greift in das Stirnrad J von 60 Zähnen, für dessen Welle K oben auf dem Blocke A zwei Lager wie g angebracht sind. Das vordere Ende der ebenerwähnten Welle bildet einen exzentrisch stehenden Zapfen, welcher von dem Kopfe der Lenkstange L umschlossen wird, also dieser eine auf- und absteigende Bewegung ertheilt. Da nun ferner das untere Ende der Lenkstange mittelst eines Bolzens am Schieber M eingehangen ist, so empfängt auch M und der unten darin eingesetzte Stempel n die entsprechende Hebung und Senkung, wobei der durchlaufene Weg ungefähr 45 Millimeter beträgt. Der Schieber geht zwischen Führungen N, N, welche an A festgeschraubt sind; die sechs dazu dienenden Schrauben sieht man nicht, weil sie von hinten her eindringen ohne

durchzugehen. Bei o sieht man die Matrize angedeutet, welche auf einem vorspringenden Theile des Blockes A befestigt ist. Unmittelbar davor befindet sich der Tisch zum Auflegen der zu lochenden Blechtafel, welcher vermöge seiner eigenthümlichen Einrichtung die große Bequemlichkeit gewährt, ohne Anstrengung das schwere Blech schrittweise fortzurücken, wie es der geforderte Abstand der Nietlöcher nöthig macht. Sechs hohle gußeiserne Säulen wie P, P, P tragen zunächst einen starken gußeisernen, 2,10 Meter langen und 1,05 Meter breiten, durch drei Querschienen verstärkten Rahmen O O, indem lange durch die Säulen gehende Bolzen diese sowohl mit O als mit den zum Fundamente untergelegten Quadersteinen verbinden. Darüber liegt ein gitterartig mit neun großen rechteckigen Oeffnungen durchbrochenes Tischblatt Q Q von derselben Größe. Auf der unteren Fläche dieses letzteren sind die vordere und hintere Seite entlang zwei Zahnstangen wie p p angegossen, ferner nahe an diesen zwei vorspringende Leisten oder Rippen, und mehr gegen die Mitte der Tafel hin noch zwei andere Rippen. Die äußeren Rippen ruhen auf stehenden Friktionsrollen wie t, t, die mittleren gehen zwischen liegenden Friktionsrollen um eine Seitenverschiebung zu verhüten; beiderlei Rollen sind in Trägern auf dem Rahmen O angebracht. Solchergestalt ist das Tischblatt Q, auf welchem die Blechtafel mittelst Zangen festgeklemmt wird, leicht und genau in der Längenrichtung der Maschine (mit Beziehung auf unsere Abbildung zu sprechen: von rechts nach links und entgegengesetzt) verschiebbar. Um diese Bewegung nach Bedürfniß zu erzeugen, dient eine in Lagern auf dem Rahmen O angebrachte querliegende Achse r, die vom Arbeiter mittelst der Kurbel s umgedreht wird und zwei in die Zahnstangen p greifende gleiche Getriebe von je 10 Zähnen mit 30 Millimeter Theilung enthält: jeder volle Umgang der Kurbel rückt also die Blechtafel um 0,3 Meter fort, und es ist klar, daß — um schnell und genau die richtigen Stellen für die durchzuschneidenden Löcher zu finden — entweder die Mittelpunkte derselben auf dem Bleche vorgezeichnet sein müssen oder man eines Mittels bedarf, um ohne Weitläufigkeit den Kurbelumgang in kleinere Abschnitte zu theilen. Für letzteren Zweck wird eine auf der Achse r anzubringende Theilscheibe mit Zeiger vorgeschlagen, welche bei v angedeutet ist. Bei einem Durchmesser = 0,27 Meter könnte der Umkreis dieser Scheibe leicht 150 Theile enthalten, deren jeder noch eine bequeme Größe

(reichlich 5,5 Millimeter) hätte und einer Fortschreitung des Tischblatts um 2 Millimeter entspräche. Zu bestimmten oft vorkommenden Theilungen wären leicht verschiedene Scheiben vorräthig zu halten, auf denen sich nur die wenigen zum Ablesen erforderlichen Theilstriche befänden.

Eine besondere Einrichtung besitzt dieser Durchschnitt zum An- und Abstellen. Da nämlich der die Scheibe D umschlingende Betriebsriemen z z′ sehr breit ist (0,12 Meter), so würde es einem Manne schwer fallen, ihn mittelst der gewöhnlichen an einem Hebel zu regierenden Ausrückgabel von der festen Scheibe auf die lose Scheibe oder umgekehrt zu verschieben. Deshalb ist mit der den unteren Zweig z′ des Riemens umfassenden Gabel E eine kurze Zahnstange F verbunden, welche in dem Träger G ihre Führung hat und worein ein mit der Kurbel y umzudrehendes Getriebe c greift. Es kann sich aber ereignen, daß man die Bewegung der Maschine plötzlich — wenigstens viel schneller als durch Versetzung des Riemens möglich ist — anhalten muß — (etwa wenn zu einer größeren Fortrückung des Bleches mehr Zeit erfordert wird, als beim Gange der Maschine bis zur nächsten Wiederkehr des Schneidstempels verfließt). Alsdann benutzt man eine Bremse, welche der Erfinder angebracht hat um durch direkte Wirkung auf den Kranz des Schwungrades H dieses binnen wenigen Augenblicken zu hemmen. Eine biegsame Stahlschiene d d, befestigt an der kleinen Säule f und lang genug etwa ein Fünftel vom Umkreise des Schwungrades zu umfassen, ist mit ihrem anderen Ende am kurzen Arme e u des um e in dem Säulchen f′ drehbaren Hebels u e x eingehangen, dessen langer Arm e x einen Fußtritt bildet: sobald der Arbeiter seinen Fuß mit einiger Kraft auf x setzt, preßt sich die Schiene d an das Schwungrad und erzeugt die zum raschen Stillstehen erforderliche Reibung.

Wenn man sich vorstellt, in Fig. 31 sei die Lenkstange L entfernt, dagegen die Welle K so viel niedriger gelegt, daß ihr exzentrischer Zapfen in einer Oeffnung des (gehörig vergrößerten) Schiebers M direkt arbeitet, so kommt man auf den Grundgedanken einer neuerlich sehr beliebten Bauart des Durchschnittes, welche zuerst von Robert angewendet wurde und große Einfachheit mit Raumersparniß und Solidität vereinigt. Ein derartiges Exemplar findet man beschrieben und abgebildet in der Deutschen Gewerbezeitung 1848, S. 344 und

daraus im Polytechn. Centralblatt 1848, S. 1208. Das Polytechn. Centralblatt 1855, S. 1289 und Dingler's Polytechn. Journal Bd. 137, S. 245 enthalten in ziemlich ungenügender Darstellung (nach einer gemeinschaftlichen englischen Quelle) eine etwas gekünstelte Modifikation des Robert'schen Durchschnitts. Eine andere Art durch Exzentrik den Schieber mit dem Schneidstempel zu bewegen, hat Hosking (Polytechn. Journal, Bd. 62, S. 280) angewendet: er läßt ein Getriebe zwischen zwei exzentrischen Stirnrädern arbeiten, von denen das eine oberhalb, das andere unterhalb sich befindet. Das Getriebe (an dessen Achse sich ein Schwungrad befindet) verändert seinen Ort nicht; aber die Räder werden mit einander abwechselnd gehoben und gesenkt, wie die Stellung ihrer Exzentrizitäten sich ändert, und an ihren Achsen hängt der Schieber.

Gleichwie manche andere Werkzeugmaschinen (z. B. Fallhämmer, Nietmaschinen 2c.) hat man auch den Durchschnitt zum Betriebe durch direkte Dampfwirkung — d. h. durch einen der Maschine ausschließlich angehörigen und unmittelbar mit ihr verbundenen Dampfzylinder — eingerichtet. Eine Konstruktion der Art liegt von Cavé in Paris vor, s. Description des Brevets expirés, Tome 45, p. 310 und (vollständiger) Armengaud, Publication industrielle Tome 1, p. 316. Dieser letzteren Quelle ist unsere Fig. 32, ein senkrechter Durchschnitt im 40sten Theile des wirklichen Maßes, entnommen. Der Dampfzylinder A ist einfach wirkend, demnach oben offen, unten mit den zwei Dampfwegen, dem Vertheilungsschieber c, der Schieberkammer C und dem Dampfzuführungsrohre a versehen. Er wird an seinem oberen Rande mittelst Schraubbolzen auf der horizontalen Basis des gußeisernen Bügels L L befestigt, welcher selbst wieder auf einem starken hölzernen Unterbaue N ruht und unterwärts durch zwei hohe Rippen wie k verstärkt ist. F ist der Dampfkolben; B die Kolbenstange, ein schwerer massiver Zylinder von Gußeisen, dessen Gewicht das Niedersinken des Kolbens befördert sobald der Dampf unter diesem abgeleitet wird. Die Steuerung (die Regierung des Dampfschiebers) geschieht von einem Arbeiter mit der Hand. Der Schieber c ist zu diesem Behufe an einer langen senkrechten Eisenstange D angebracht, welche durch die Stopfbüchse der Dampfkammer geht, weiter oben sich gabelförmig theilt um den Balancier H durchzulassen, und endlich mit Scharnier an dem langen Hebel E hängt. Dieser letztere hat seinen

Drehpunkt in d zwischen zwei krummen Winkelarmen wie g, welche an der Senkrechtführung G festgeschraubt sind. Ein Gewicht f am kurzen Arme des Hebels strebt beständig die Stange D zu heben und hält folglich, so lange alles sich selbst überlassen bleibt, den Dampfschieber c in seiner höchsten Stellung, wo er den Dampf vom Zylinder absperrt. Am Ende des langen Hebelarmes aber befindet sich eine dünne Stange e mit Handgriff; zieht der die Maschine bedienende Arbeiter diese Stange nieder, so gelangt hierdurch der Schieber zu der tieferen Stellung, welche er in der Abbildung einnimmt, der Dampf tritt aus der Kammer C in den Zylinder A und hebt den Kolben F empor. Um den Dampfweg mehr oder weniger zu öffnen, wird dem Niedergange des Hebels E eine engere oder weitere Grenze gesetzt, indem man durch eins oder das andere der Löcher in der Gabel l einen eisernen Zapfen m schiebt, welcher als Aufhalter wirkt.

Das obere Ende der Kolbenstange B hängt mittelst zweier Verbindungsplatten wie h scharnierartig mit dem großen schmiedeisernen Hebel H zusammen; die Achse z, welche durch die Kolbenstange und die Platten h geht, ist beiderseitig verlängert und trägt an ihren Enden zwei in Leitungen G auf und niedergehende Friktionsrollen. Die knieartig gebogene Gestalt des um i drehbaren Balanciers H ist unwesentlich und würde vermieden sein, wenn man den Dampfzylinder höher gestellt hätte. Die Lenkstange I, welche das Ende von H mit dem Krummzapfen J verbindet, ertheilt der Welle des letzteren und also den darauf sitzenden zwei gleichen Schwungrädern K (an jedem Ende der Welle eins) eine absetzende oder wiederkehrende Drehung. Die Kränze dieser Schwungräder sind nicht ringsum massiv, sondern fast auf die Hälfte des Umkreises ausgehöhlt, haben also eine schwere und eine leichte Seite. Dadurch kommt es, daß in dem Augenblicke, wo der Krummzapfen J nach unten steht und der Dampfkolben F den tiefsten Stand einnimmt, die Schwungräder kein Bestreben haben die Bewegung fortzusetzen; sie würden sonst den Kolben sogleich wieder heben und den Schneidstempel herabtreiben, während doch im Gegentheile nöthig ist, daß der Stempel oben und in Ruhe bleibe bis man das Blech verschoben und zum nächsten Schnitte bereit gelegt hat. Der Zweck und die Wirkung dieser eigenthümlich beschaffenen Schwungräder ist: den Lauf des Dampfkolbens zu begrenzen, den todten Punkt in

seiner Bewegung zu überwinden und den Niedergang zu beschleunigen; ein wenig können sie auch dazu helfen, die Wirkung des Schneidstempels zu unterstützen, denn es fängt (wie sich bald zeigen wird) der Stempel nicht sogleich in dem Augenblicke an zu schneiden, wo das Aufsteigen des Kolbens beginnt.

Der Balancier H hat, wie schon erwähnt, seinen Drehpunkt in i, woselbst ein starker schmiedeiserner Zapfen durch ihn sowie durch die Wangen des Bügels L geht. Des letzteren horizontal herausspringender Kopf n bildet nebst dem vorgeschraubten Stücke o die Führung für den zylindrischen schmiedeisernen Schieber M, in welchem unten der Schneidstempel q steckt. Die Matrize ist, wie man aus der Zeichnung erkennt, in einen schmiedeisernen Muff t eingesetzt und darin mittelst Stellschrauben befestigt, der Muff selbst aber ruht in einer ausgebohrten Oeffnung von L, unterhalb welcher ein schräger Kanal s im Sockel N die abfallenden Blechscheiben (Putzen) durchläßt. Zwei längliche eiserne Ringe wie p verbinden oben den Schieber M mit dem kurzen Arme des Balanciers H, wodurch die Hebung des Schiebers beim Niedergange des Dampfkolbens erfolgt. Dagegen legt sich bei der entgegengesetzten Bewegung, also wenn der Schnitt bewirkt werden soll, das Ende des Balanciers direkt auf den Schieber. Dies erfolgt (zufolge des Spielraums, welchen die Länge der Ringe p darbietet) erst in einem Augenblicke, wo der aufsteigende Dampfkolben ungefähr die Hälfte seines Weges zurückgelegt hat. Während der bis dahin verflossenen Zeit haben die Schwungräder in ihrer Umdrehung nach der Richtung des Pfeils schon einen entsprechenden Bogen durchlaufen, und beginnt nun das Eindringen des Schneidstempels in das Blech, so unterstützt das Beharrungsvermögen der Schwungmassen dessen Wirkung. (Vergl. oben.)[1] Eine auf L angeschraubte Gabel u hält das in Arbeit genommene Blech v dermaßen nieder, daß es dem aufsteigenden Schneidstempel nicht folgen kann, dieser vielmehr sich aus dem eben gemachten Loche ziehen muß.

[1] In der treu nach dem Originale wiedergegebenen Zeichnung scheint ein Fehler rücksichtlich der Stellung des Krummzapfens J zu sein. Der Krummzapfen darf nicht senkrecht nach unten stehen zu der Zeit, wo der Dampfkolben seinen tiefsten Stand einnimmt; denn alsdann würde die Lenkstange I nicht im Stande sein, beim beginnenden Steigen des Kolbens von diesem todten Punkte aus die Drehung des Krummzapfens einzuleiten.

Die Dampfkesselbleche, in welchen mit der gegenwärtigen Maschine die Nietlöcher hervorgebracht werden, haben selten mehr als 15 Millimeter Dicke, und der Durchmesser der Löcher steigt meist nicht über 18 Millimeter; doch sind mit eben dieser Maschine auch schon 23 Millimeter große Löcher in 25 Millimeter dickem Eisen geschnitten worden. Bei der Arbeit halten und schieben zwei Personen die Blechtafel; eine dritte zieht, wenn der vorgezeichnete Punkt richtig unter den Schneidstempel gebracht ist, an der Stange e und bringt dadurch den Hebel E in die horizontale Lage, welche die Abbildung darstellt; der Dampfschieber c ist hierbei niedergegangen, der Dampf strömt in den Zylinder A unter den Kolben F und treibt letzteren in die Höhe, wovon das Herabgehen des Schiebers M die Folge ist. Das Loslassen der Stange e hemmt den Dampfzufluß und setzt die Maschine in Ruhe, indem bei dem vom Gegengewichte f veranlaßten Aufsteigen des Dampfschiebers der Dampf aus dem Zylinder abzieht, der Luftdruck und das Eigengewicht der dicken Kolbenstange B den Kolben rasch hinabtreiben und die Schwungräder, nachdem sie sich zurückgedreht haben, sogleich stillstehen, weil die schwere Hälfte ihres Kranzes jetzt unten ist.

Sehr oft verbindet man große Durchschnitte, welche zum Lochen der Kesselbleche dienen, mit einer Schere zum Schneiden derartiger Platten; einige der bereits angeführten Beispiele sind von dieser Art, Weiteres über solche Kombinationen soll im Artikel Schere (dieser Supplemente) vorkommen.

Zur Berechnung der zum Lochen mittelst des Durchschnitts erforderlichen Kraft fehlt es noch fast ganz an genügenden Grundlagen. Es ist die sogenannte Abscherungsfestigkeit, welche hier, so wie bei dem Schneiden mit Scheren und beim Querabreißen von Bolzen oder Nieten in ihren Löchern in Anspruch genommen wird: und deren Größe, F, ist auszusprechen durch die Pfundezahl einer Belastung, welche auf den Schneidstempel drücken müßte um vermittelst dieses Druckes das Durchschneiden des Loches zu bewirken. Für den einzelnen Fall muß F sich nach der Art des Metalles richten und zugleich im geraden Verhältnisse mit der Größe der zylindrischen Trennungsfläche stehen, welche gleich dem Umfange des Loches multiplizirt mit der Blechdicke ist. Kreisrunde Gestalt der Löcher vorausgesetzt, hat man demnach

$$F = D . \pi . d . f,$$

worin D den Durchmesser des Loches, d die Dicke des Bleches, f die

Abscherungsfestigkeit der Flächeneinheit bezeichnet. Wird F in Zollpfunden (zu 500 Gramm), D und d in rheinländischen Zollen, f in Zollpfunden auf 1 rheinländischen Quadratzoll ausgedrückt; so schwankt, nach einigen hierüber vorhandenen direkten (in England gemachten) Beobachtungen der Werth von f

für Eisenblech zwischen 43000 und 66600,
„ Kupferblech „ 28400 „ 33000;

als Mittelzahlen wären etwa folgende anzunehmen:

für Eisenblech . . . . . f = 55000
„ Kupferblech . . . . . f = 30000

ferner, nach Morin,

für Schmiedeisen in dunkler Glühhitze . f = 11200
„ Blei . . . . f = 5800.

Während der Schneidstempel des Durchschnitts seinen Weg durch die Blechdicke zurücklegt, nimmt der demselben sich darbietende Widerstand fort und fort ab: im Anfange tritt der Widerstand = F auf, weil der Metallzusammenhang auf der ganzen (künftigen) Lochwand vorhanden ist; für jeden spätern Augenblick bleibt eine desto niedrigere Ringfläche noch abzuscheren, je tiefer der Stempel bereits eingedrungen ist; endlich wird der Widerstand = Null in dem Momente, wo der Stempel gänzlich durchdringt und der losgetrennte Putzen abfällt. Sofern nun eine gleichbleibende Kraft den Stempel treibt, wird die Geschwindigkeit des letzteren sich im umgekehrten Verhältnisse der stufenweise abnehmenden Widerstände ändern; der Gesammterfolg ist aber jedenfalls so, als ob ein gleichbleibender Widerstand = $\frac{1}{2}$ F von Anfang bis zu Ende des Schnittes Statt gefunden hätte, d. h. die mechanische Arbeit L beim Schneiden des Loches ergibt sich (als das Produkt des Widerstandes in den durchlaufenen Weg d)

$$L = \frac{F}{2} \cdot d = \frac{D \cdot \pi \cdot d \cdot f \cdot d}{2}$$

$$= \frac{D \cdot \pi \cdot d^2 \cdot f}{2}$$

oder nach Division durch 12, um den Weg in Fußen (statt wie bisher in Zollen), mithin die Arbeit in Fußpfunden auszudrücken,

$$L = \frac{D \cdot \pi \cdot d^2 \cdot f}{24}.$$

Da $\frac{\pi}{24}$ eine konstante Größe $= \frac{3,1416}{24} = 0,1309$, so kann man dem Ausdrucke auch folgende Form geben:

$$L = 0,1309\ f \,.\, D \,.\, d^2$$

oder $L = W \,.\, D \,.\, d^2$

sofern man $0,1309 \,.\, f = W$ setzt.

Multiplizirt man die oben aufgestellten Mittelwerthe von f sämmtlich mit 0,1309, so ergibt sich

für Eisenblech, kalt	. . . . .	W = 7200
„ „ dunkelroth glühend	.	W = 1466
„ Kupferblech, kalt	. . . . .	W = 3927
„ Bleiplatten, „	. . . . . .	W = 759.

Die mechanische Arbeit für eine Sekunde, = M, wird gefunden wenn man L durch die (in Sekunden ausgedrückte) Zeit t dividirt, welche über dem Durchgange des Schneidstempels durch die Blechdicke d verfließt; d. h. $M = \frac{L}{t} = \frac{W \,.\, D \,.\, d^2}{t}$. Erfahrungsmäßig ist beim Lochen dicker Platten eine zweckmäßige Geschwindigkeit des Schneidstempels die von 1,5 Zoll auf 1 Sekunde, wonach z. B.

für 1″ Blechdicke $t = \frac{1}{1,5} = {}^2/_3$

„ ¾″ „ $t = \frac{0,75}{1,5} = {}^1/_2$

„ ½″ „ $t = \frac{0,5}{1,5} = {}^1/_3$

„ ¼″ „ $t = \frac{0,25}{1,5} = {}^1/_6$,

allgemein: $t = \frac{d}{1,5}$.

Daher wird, unter Festsetzung der gedachten Stempelgeschwindigkeit,

$$M = \frac{W \,.\, D \,.\, d^2}{\frac{d}{1,5}} = W \,.\, D \,.\, d \,.\, 1,5.$$

Bei kleineren Durchschnitten, die in dünnem Bleche arbeiten, wird man der Regel nach die Geschwindigkeit des Stempels bedeutend geringer nehmen, um an Betriebskraft zu sparen, während doch die angemessene Anzahl Schnitte pro Minute (30 bis 60) gemacht werden kann.

Endlich findet man — die Größe einer Pferdekraft zu 75 Sekunden-Kilogramm-Meter = 478 Sekunden-Fußpfund angenommen — die Anzahl der Pferdekräfte, N, welche der Durchschnitt im gegebenen Falle durch seine Nutzarbeit konsumirt (also ohne Rücksicht auf die Nebenwiderstände),

$$N = \frac{M}{478} = \frac{W \,.\, D \,.\, d \,.\, 1{,}5}{478}.$$

Hiernach würde beispielweise das Schneiden eines 0,8 Zoll großen Loches in 0,4 Zoll dickem Eisenbleche

$$\frac{7200 \times 0{,}8 \times 0{,}4 \times 1{,}5}{478} = \frac{3456}{478} = 7{,}2 \text{ Pferdekräfte erfordern;}$$

und das Schneiden 1zölliger Löcher in 1 Zoll dicken Eisenplatten

$$\frac{7200 \times 1 \times 1 \times 1{,}5}{478} = 22{,}6 \text{ Pferdekräfte.}$$

Verringerte man die Geschwindigkeit des Stempels auf 1 Zoll pro Sekunde, so würden im ersten Falle 4,8 und im zweiten 15,1 Pferdekräfte genügen. Dergleichen Berechnungen, wie man sie mittelst der obigen Formeln beliebig anstellen kann, sind bis jetzt nicht durch direkte dynamometrische Messungen kontrolirt; ihre Resultate können mit großer Wahrscheinlichkeit als zu hoch angesehen werden, wovon der Grund vermuthlich in ungenauer Bestimmung der Festigkeits-Koeffizienten liegen wird.

Von eigenthümlich gebauten Durchschnitten zur Anfertigung besonderer Gegenstände mögen zum Schluß einige namhaft gemacht werden. Diejenigen zum Ausschneiden der Zähne an den Sägenblättern sind in der Technologischen Encyklopädie, Bd. XII S. 164, 166, 169, 174 vorgekommen. Zur Fabrikation der Kleiderhaken und dazu gehörigen Oesen aus Messingblech ist eine hierher gehörige Maschine von Hue in Paris (Description des machines et procédés pour lesquels des Brevets d'invention ont été pris sous le régime de la roi de 1844, Tome V. p. 145.) und eine andere von Corssen in Berlin (Verhandlungen des Vereins für Gewerbfleiß in Preußen, 23. Jahrg. 1854, S. 63) erfunden worden. Antiq in Paris baute zum Lochen dünner Eisenbleche, um die Siebe für Kornreinigungsmaschinen herzustellen, einen Apparat mit der Eigenthümlichkeit, daß die Löcher durchgestochen, also keine Putzen abgesondert werden (s. Bulletin de la société d'Encouragement, XXX. Année 1831, p. 162 und daraus

in Dingler's Polytechn. Journ., Bd. 41, S. 250). Die Blechtafel ist rund um einen stehenden Holzzylinder gebogen und auf demselben festgenagelt; die Achse dieses Zylinders trägt auf ihrer Verlängerung Schraubengewinde und schraubt sich langsam fort, indem eine horizontale auf ihrem Rande sternartig mit den zugespitzten Punzen besetzte, durch Kurbel und Zahnräder gedrehte Scheibe die Löcher sticht und vermöge des Eingriffs in die letzteren den Zylinder zur Umdrehung nöthigt. Die Löcher entstehen also nach dem Laufe einer Schraubenlinie und erscheinen auf der abgenommenen und wieder flachgerichteten Platte in Reihen angeordnet.

K. Karmarsch.

Dynamometer.

(Bd. IV. S. 496.)

Diese Instrumente haben im Laufe der Zeit vielfache und wesentliche Umgestaltungen und Verbesserungen erhalten, welche Schritt für Schritt den Bedürfnissen der im Maschinenwesen sich kundgebenden höheren Anforderungen folgten.

Die heut zu Tage zum Messen der angewendeten Kräfte und der dadurch bewirkten Arbeitsleistungen bei Motoren und Werkzeug- oder Arbeitsmaschinen im Gebrauche befindlichen Dynamometer können in zwei Hauptklassen gebracht werden; nämlich:

1. Hauptklasse: Dynamometer mit direkter Messung,
2. Hauptklasse: Dynamometer mit indirekter Messung.

Die Dynamometer der ersten Klasse messen die Kraftäußerung, resp. Arbeitsleistung durch direkte Verbindung mit dem Motor oder mit der Arbeitsmaschine, während der gewöhnlichen Arbeitsverrichtung der genannten Maschinen und ohne dieselben aus dem Zusammenhange mit einem vorhandenen Komplexe von andern Maschinen zu bringen; wenn nicht etwa besondere Zwecke durch die Trennung der Maschinen erzielt werden sollen.

Hierher gehören alle Dynamometer, welche Zug- oder Druckkräfte messen; also die Dynamometer zum Messen der Kräfte und Arbeitsleistungen bei Fortschaffung von Lasten und zu landwirthschaftlichen Zwecken. Ferner gehören hierher die zahlreichen Dynamometer für Arbeitsmaschinen mit rotirender Bewegung und die für Dampfmaschinen.

Die Dynamometer der zweiten Klasse messen einen künstlichen Widerstand, resp. die von demselben konsumirte Arbeitsleistung. Dieser Widerstand oder die zur Besiegung desselben nöthige Arbeitsleistung wird der aufgewendeten Kraftäußerung, resp. Arbeitsleistung, genau proportional gemacht. Bei der Anwendung dieser Dynamometer muß der Motor außer Kommunikation mit den zu betreibenden Maschinen gesetzt werden.

In diese Klasse gehören alle Brems-Dynamometer und alle jene Dynamometer, welche einen solchen Widerstand messen, der durch Reibung oder Hebung von Gewichten erzeugt wird. Sie eignen sich vorzugsweise nur zur Messung der Kräfte, resp. Arbeitsleistungen bei Motoren mit rotirender Bewegung. Weniger zweckmäßig sind sie für Arbeitsmaschinen anzuwenden.

I. Klasse: Dynamometer mit direkter Messung.

Die Kraftäußerungen geschehen durch Zug oder Druck und bei den meisten industriellen Maschinen sogar mit veränderlicher Intensität. Dabei werden die Angriffspunkte der Kräfte entweder in fortschreitende oder in drehende Bewegung gesetzt, sobald die Kräfte mechanische Arbeitsleistungen verrichten sollen. Die Intensitäten der Kräfte und der Weg ihrer Angriffspunkte sind die nothwendigen Bestimmungsstücke zur Berechnung der verrichteten Arbeitsleistungen. Die Dynamometer haben nun den Zweck, diese Bestimmungsstücke anzugeben.

Die Intensitätsbestimmungen des Zuges oder Druckes einer Kraft geschehen bekanntlich durch Gleichgewichtsherstellung mit schweren Körpern (Gewichten) oder mit den innern Kräften elastischer Körper (Federn).

Bei den Gleichgewichtsherstellungen durch Gewichte bedient man sich der gleicharmigen oder der ungleicharmigen Wage in den verschiedensten Anordnungen, und es gehören also diese Instrumente ebenfalls zu den Dynamometern. Sie werden aber hier nicht weiter berücksichtiget.

Bei den Gleichgewichtsherstellungen durch elastische Körper wird durchweg die Stahlfeder in den verschiedensten Formen und Anordnungen zur Anwendung gebracht. Sie wird als Ringfeder, als Schraubenspiralfeder, als Schneckenfeder und als Blattfeder angewendet. Die Formveränderungen, welche diese Federn durch Zug oder Druck

erleiden, und die selbstverständlich noch innerhalb der vollkommenen Elasticitätsgrenze des Materials bleiben müssen, geben indirekt durch den Grad der Zusammendrückung oder Ausdehnung die Intensitäten des zu messenden Zuges oder Druckes an. Die betreffenden Formveränderungen werden mittelst eines Zeigers an einer passend angebrachten Skale sichtbar gemacht und die Adjustirung dieser Skala durch bekannte Zug- oder Druckkräfte (Anhängung von Gewichten) bewerkstelliget, so daß die Anzeigen auf der Skale sofort die Intensität des wirksamen Druckes oder Zugs ablesen lassen.

Die Messung der Intensität des Zuges oder Druckes mittelst Gewichten kann nur in jenen Fällen mit Vortheil angewendet werden, wo die Zug- oder Druckkraft während ihrer Wirkung gar nicht oder nur wenig in ihrer Intensität variirt. Bei häufigen, oft rasch aufeinander folgenden und bedeutenden Veränderungen in den Intensitäten der wirkenden Kräfte ist die Messung mit Gewichten schon umständlich und mehr oder weniger unsicher, daher nur die Messung mittelst Federn zulässig; weshalb auch die Feder-Dynamometer am zahlreichsten zur Anwendung gekommen sind.

Da nun die Beobachtungen der Variationen in den Intensitäten der Zug- oder Druckkräfte bei der gewöhnlichen Zeigereinrichtung oder auch bei Wagen unbequem und ungenau oder gar nicht ausführbar sind, so gelangte man bald dahin, die Dynamometer zur Selbstaufzeichnung der Intensitäten einzurichten. Diese Selbstaufzeichnung oder graphische Darstellung der Intensitäten der Zug- oder Druckkräfte wird gewöhnlich durch einen zeichnenden Stift auf Papier-Scheiben oder Streifen bewirkt.

Die betreffenden Einrichtungen sind sehr verschieden und abhängig theils von den Intensitätsvariationen, theils von der Dauer der Zeit, während welcher die Aufzeichnung geschehen soll, theils von der Art der Bewegung, welche die Angriffspunkte der Kräfte besitzen. In sehr vielen Fällen kommen periodische oder rotirende Bewegungen vor, die sich regelmäßig und in gleichen Zeitintervallen wiederholen, und dann begnügt man sich, nur die Intensitätsvariationen während der Dauer einer Periode oder Umdrehung aufzuzeichnen. Die Führung des zeichnenden Stiftes geschieht allemal durch einen Mechanismus, welcher seine Bewegung durch jene des Zeigerapparates erhält, oder sogar statt desselben angeordnet ist. Die Bewegung des Stiftes ist daher den

Gleichgewichtsstellungen der beanspruchten Federn oder Gewichten korrespondirend. Die Spuren des zeichnenden Stiftes werden auf Papier-Scheiben oder Streifen aufgenommen, welche auf passenden Unterlagen dem Stifte dargeboten werden.

Um nun die Verzeichnung der Intensitäten für die Dauer einer Periode oder einer Umdrehung, oder während der ganzen Zeit der Thätigkeitsäußerung der Kräfte zu bewirken, gibt man dem Papiere oszillirende oder rotirende oder fortschreitende Bewegung. Diese Bewegungen des Papieres werden auf verschiedene Weise durch geeignete Mechanismen erzeugt; entweder direkt durch die Verbindung mit der Bewegung des Angriffspunktes der Kräfte, oder durch ein besonderes Uhrwerk, welchem ein möglichst gleichförmiger Gang gegeben wird.

Die so verzeichneten Spuren geben die Intensitäts- oder Kraftkurven und ein übersichtliches Bild der Intensitätsvariationen der Kräfte. Bei rotirender oder oszillirender Bewegung des Papieres wird die Kraftkurve eine geschlossene Kurve darstellen, die auch nach Umständen in eine Kreislinie, resp. gerade Linie übergehen kann. Wenn die Intensitätsvariationen in den einzelnen Perioden oder Umdrehungen genau dieselben sind, so werden die ihnen entsprechenden Kraftkurven sich genau decken, sonst aber begreiflicher Weise sich untereinander verschlingen und oft nur mit Schwierigkeit die Auffindung einer mittleren Kraftkurve zulassen. Bei fortschreitender Bewegung des Papiers wird die Kraftkurve als zusammenhängende Kurve, die aber nicht geschlossen ist, sich darstellen und in allen Fällen eine viel deutlichere Anschauung der Veränderungen der Intensitäten gewähren; daher diese Aufzeichnung bei genauen Untersuchungen jederzeit vorgezogen wird.

Diese Kraftkurven bieten nicht nur das Mittel dar, die Kraftäußerungen bei verschiedenen Versuchen zu vergleichen, sondern auch die mittleren Werthe der Intensitäten aufzufinden und überhaupt alle Erscheinungen der Kraftäußerungen mit den begleitenden Umständen in Betracht zu ziehen.

Um diese verschiedenen Benutzungen der Kraftkurven möglichst leicht ausführbar zu machen, wird schon in den meisten Fällen das Zeichenpapier vorbereitet oder aber auch die nöthige Vorbereitung durch besondere Einrichtungen, die mit dem eigentlichen Zeichenapparate verbunden sind, während der Darstellung der Kraftkurve vorgenommen. Die Vorbereitung des Zeichenpapiers besteht einfach darin, daß dasselbe

mit einem passenden Koordinatensystem versehen wird. Für fortschreitende und oszillirende Bewegung des Zeichenpapiers wird ein rechtwinkliges, für drehende Bewegung ein Polarkoordinatensystem gewählt. Die Abscissenachse oder die sogenannte Nulllinie bezeichnet die Orte des Zeichenstiftes für die Ruhelage desselben, in welche er sich sofort begibt, wenn weder Druck- noch Zugkräfte auf das Dynamometer einwirken. Das Zeichenpapier muß daher im Apparat richtig befestiget und geführt werden, so daß allemal in der Ruhelage des Stiftes seine zeichnende Spitze genau in die gezogene Abscissenachse sich einstellt. Parallel zur Abscissenachse werden in angemessenen Abständen parallele Linien gezogen, welche die fortlaufenden Theilstriche der Kraftskale repräsentiren, deren Intervalle vorher durch Versuche festgestellt sind. Der Zug der Kraftkurve zwischen diesen Parallelen läßt die Intensität des Zuges oder Druckes erkennen. Diese Abscissenachse muß zweckmäßig gewählt werden, um alle Zug- und Druckäußerungen anschaulich zu erhalten; daher man z. B. bei den Dynamometern für Dampfmaschinen die Abscissen- oder Nullachse zwischen die Parallelen hineinlegt, um die Pressungen des Dampfes auf den Kolben, über und unter dem Atmosphärendrucke sogleich auch graphisch abgeschieden und übersichtlich zu haben. Die Ordinaten stehen rechtwinklig auf die Abscissenachse und werden ebenfalls parallel unter sich in gewissen Abständen gezogen, theils um das Geschäft der Intensitätsbestimmung der Kraftkurve zu erleichtern, theils um die Intensitäten für bestimmte Intervalle der Zeit oder des Weges genau zu erhalten. Die Länge der Ordinaten über oder unter der Nulllinie gibt die Intensität an.

Die Schwierigkeiten, das so vorbereitete Papier richtig im Zeichenapparate zu befestigen und stets sicher zu führen, haben Veranlassung gegeben, die Feststellung und Zeichnung des passenden Koordinatensystemes auf dem Zeichenpapiere erst während der Zeichnung der Kraftkurve auszuführen. Zu dem Ende wird ein zweiter Zeichenstift angeordnet, dessen Spitze die ebenbezeichnete Ruhelage des Kraftkurvenzeichenstiftes fortwährend markirt: entweder sogleich als gerade Linie, welche alsdann die wahre und richtige Abscissenachse oder Nulllinie angibt, oder nur durch Einstechen einzelner Punkte derselben in passenden Intervallen. Nach beendigter Aufzeichnung der Kraftkurve wird alsdann nach den Andeutungen des zweiten Stiftes das Koordinatensystem in erforderlicher Weise aufgetragen.

Wenn die Aufzeichnung der Kraftkurve auf einer Papierscheibe mit rotirender Bewegung geschieht, so wird zur Untersuchung der Kraftkurve ein Polarkoordinatensystem angewendet, dessen Intensitätsskale aus konzentrischen Kreisen besteht. Nach Umständen wird entweder der Mittelpunkt dieser Kreise als der Ort für die Ruhelage des Kraftkurvenstiftes, oder ein passender konzentrischer Kreis gewählt, welcher alsdann die Nulllinie darstellt. Die Ordinaten sind Radien, die nach dem Mittelpunkte der konzentrischen Kreise laufen und in bestimmten Abständen gezogen werden. Es versteht sich von selbst, daß bei der Befestigung und Bewegung der so vorbereiteten Papierscheibe oder bei der Festlegung der Nulllinie, resp. des Nullpunktes, das oben beschriebene Verfahren einzuhalten ist.

Die Verzeichnung der Kraftkurven bedingt allemal eine angemessene Bewegung des Zeichenpapieres, auf welchem sich dieselbe darstellen soll. Wie schon früher bemerkt, wird diese Bewegung entweder unmittelbar durch die Bewegung der Angriffspunkte der Kräfte, oder durch einen selbstthätigen Bewegungsapparat (Uhrwerk) vermittelt. Die zuerst angeführte Bewegungsübertragung gibt das einfachste Mittel an die Hand, den Weg der Angriffspunkte für die Dauer der Beobachtung zu notiren. Dies geschieht entweder sofort auf dem Zeichenpapiere, indem man die Länge der Abscissenachse dem zurückgelegten Wege proportional macht, oder es werden diese Wege aus der Zahl der stattgefundenen Schwingungen, Umdrehungen &c. berechnet, indem letztere an einem Zählapparate abgelesen werden.

Geschieht aber die Bewegungsübertragung durch ein selbstthätiges Triebwerk, so muß der Weg der Angriffspunkte aus den Notirungen eines Zählapparates oder aus den Zeitanzeigen eines Chronometerwerkes abgeleitet werden. Die Wirkungsweise und insbesondere die Natur der Wege der Angriffspunkte der Kräfte, auch wohl noch besondere Umstände, entscheiden für die eine oder andere Vorrichtung. Bei fortschreitender Bewegung der Angriffspunkte kommt sehr häufig ein besonderes Triebwerk, resp. Chronometerwerk, dagegen bei drehender und oszillirender Bewegung diese direkt zur Bewegung des Zeichenpapieres in Anwendung. Manchmal kombinirt man beide Mittel.

Aus den Angaben der Intensitäten der Kräfte, welche aus den Kraftkurven zu entnehmen sind, und aus den Wegen der Angriffspunkte berechnet man nach bekannten Regeln die Arbeitsleistungen der

bewegenden Kräfte. Sind die korrespondirenden Wege der Angriffspunkte aus dem Koordinatensystem der Kraftkurve sofort gegeben, so besteht die Berechnung der Arbeitsleistung in einer geometrischen Aufgabe, nämlich den Inhalt einer Figur zu berechnen, die eingeschlossen ist von der Kraftkurve, von der Abscissen- oder Nullachse und von zwei senkrechten Ordinaten; bei dem Polarkoordinatensystem tritt die nöthige Modifikation ein. Der Inhalt dieser Figur repräsentirt die Arbeitsleistung. Hieraus kann man nun, wenn die Kraftkurve nicht unmittelbar eine mittlere Kraft erkennen läßt, nach bekannten Prinzipien den mittleren Werth der bewegenden Kraft ableiten 2c.

Man ist aber bei den angezeigten Funktionen der Dynamometer nicht stehen geblieben, sondern hat ihnen eine noch weitere Thätigkeit aufgebürdet, nämlich den Betrag der Arbeitsleistung sofort an einem Zähl- oder Zeigerapparat nachzuweisen, um das Rechnungsgeschäft zu ersparen. Diesen Apparat nennen die Franzosen Totaliseur, dessen Einrichtung und Wirksamkeit im Nachstehenden erklärt werden soll.

Ein dünnes Friktionsscheibchen a von gehärtetem Stahl, an der Peripherie stumpfschneidig geformt und mit einer Drehachse b verbunden, wird durch die Lagerung dieser Achse b beständig auf eine ebene Metallscheibe oder Plattform c angepreßt, wobei jedoch die Drehbewegung der Achse b und mithin auch die des Scheibchens a nicht beeinträchtigt werden darf. Die Plattform c ist ebenfalls an einer Welle d befestigt, deren Achse rechtwinklig im Mittelpunkte auf der freien ebenen Oberfläche der Plattform c steht. Diese freie ebene Oberfläche, hinreichend rauh gemacht, bleibt die beständige Unterlage für das Scheibchen a, dessen Achse b parallel zur gedachten Unterlagsebene gestellt ist; so daß also die mittlere Ebene des Scheibchens a immer normal auf die Unterlagsebene der Plattform c gerichtet ist. Die Längenrichtung der Achse b geht normal durch die Achsenrichtung von d oder in der Durchmesserrichtung über den Mittelpunkt der Plattform c weg. Wird die Plattform c durch eine Rotationsbewegung ihrer Achse d in Drehung gesetzt, so wird das Friktionsscheibchen a in Folge der Reibung am Umfange desselben und an der Plattform sofort ebenfalls Umdrehungen um seine Achse b machen. Die drehende Bewegung des Scheibchens a sammt seiner Welle b wird begreiflicher Weise von der Größe des Weges abhängen, welchen der Reibungspunkt auf der Plattform zurücklegt, wobei vorausgesetzt wird, daß kein Gleiten oder Rutschen des

Scheibchens a Statt finde. Ist für einen Augenblick der Berührungspunkt des Scheibchens a um die Distanz ϱ vom Mittelpunkt der Plattform entfernt und bewegt sich dieselbe um einen sehr kleinen Drehwinkel α, während die Distanz ϱ unverändert bleibt, so ist der Weg des Reibungspunktes $\varrho\alpha$. Ist ferner r der Halbmesser des Scheibchens und β der korrespondirende Drehwinkel, so ist: $r\beta = \alpha\varrho$ zu setzen, woraus $\beta = \frac{\varrho}{r} \cdot \alpha$ folgt. Der Drehwinkel α wird nun in geeigneter Weise von der Bewegung des Angriffspunktes der zu messenden Kraft, dagegen die Entfernung ϱ von der Intensität derselben abhängig gemacht. Ist also $\varrho = \mu P$, worin μ ein Koeffizient ist, der durch geeignete Versuche am Instrumente festgestellt wird, und P die Intensität des Zuges oder Druckes darstellt, so hat man $\beta = \frac{\mu}{r} P\alpha$. Da nun μ und r für ein bestimmtes Instrument konstante Größen sind, so kann man $\frac{\mu}{r} = m =$ Konstante setzen und hat alsdann $\beta = mP\alpha$. Hat der Angriffspunkt der zu messenden Kraft bei der Arbeitsleistung den unendlich kleinen Weg ς zurückgelegt, so ist nach Obigem $\varsigma = n\alpha$ zu setzen, worin n der Koeffizient ist, welcher die Abhängigkeit von α und ς gibt und für ein bestimmtes Instrument auch konstant ist, daher wegen

$$\alpha = \frac{\varsigma}{n} \text{ auch } \beta = mP \cdot \frac{\varsigma}{n} \text{ und } P\varsigma = \frac{n}{m}\,\beta.$$

$P\varsigma$ drückt nun die, für den unendlich kleinen Weg ς von P verrichtete Arbeitsleistung aus, und diese ist, wie man sieht, dem Drehwinkel β der Scheibe a oder der Welle b proportional. Man sieht also, daß die Summe dieser kleinen Drehwinkel, welche mit den elementaren Arbeitsleistungen korrespondiren, genau der Summe der entwickelten Arbeitsleistungen entspricht. Die Summe der Drehwinkel ergibt sich aus den Umdrehungen des Scheibchens a und der Welle b und läßt sich durch einen geeigneten Zählapparat notiren, so daß man also aus den Anzeigen des betreffenden Zeigerwerkes am Zählapparate die entwickelte Arbeitsleistung in Zahlen ausgedrückt hat. Für jedes Instrument dieser Art müssen die Konstanten aus Versuchen und aus dem geometrischen Zusammenhange ermittelt werden; alsdann geben die Anzeigen des Instrumentes und eine einfache Rechnung, die durch eine

bestimmte Wegstrecke entwickelte Arbeitsleistung resp. den Effekt. In neuester Zeit hat man vielfach Gebrauch von den Totaliseurs gemacht, obwohl ihre Zuverlässigkeit auf die Dauer nicht gewährleistet ist und durch Kontrolversuche von Zeit zu Zeit geprüft werden muß.

II. Klasse: Dynamometer mit indirekter Messung.

Sie werden vorzugsweise für Motoren mit rotirender Bewegung und seltener für Arbeitsmaschinen angewendet. Die vom Motor auf die rotirende Hauptwelle übertragene Leistung wird durch einen künstlichen Widerstand konsumirt, und es muß zu diesem Zwecke der Motor außer Kommunikation mit der zu betreibenden Maschine gesetzt werden. Dieser künstliche Widerstand muß nun so bemessen werden, daß der Motor ohne die zu betreibenden Maschinen genau so arbeitet, wie sonst im Zusammenhange mit denselben. Die durch den künstlichen Widerstand konsumirte Arbeitsleistung wird berechnet und gibt dann die gesuchte und vom Motor auf die Hauptwelle übertragene Arbeitsleistung resp. den Effekt an. Man begreift leicht, wie man auch die Arbeitsleistung resp. den Effekt, welchen eine Arbeitsmaschine bei ihrem Betriebe erfordert, messen kann. Nachdem nämlich die vom Motor auf die Hauptwelle übertragene Arbeitsleistung gemessen ist, wird die Transmission bis zu der betreffenden Arbeitsmaschine und diese selbst mit der Hauptwelle in Verbindung gebracht und alle davor oder dahinter liegenden Arbeitsmaschinen außer Eingriff gesetzt. Die Arbeitsmaschine läßt man ihre gewöhnliche Arbeit verrichten und mißt neuerdings die durch die Hauptwelle übertragene Arbeitsleistung. Der künstliche Widerstand wird nunmehr weniger Arbeit zu konsumiren haben, als ohne Transmission und Arbeitsmaschine. Die nun vom Widerstand konsumirte Arbeit wird berechnet und von dem zuerst gefundenen Resultate in Abzug gebracht; so gibt alsdann die Differenz offenbar die von der Transmission und von der Arbeitsmaschine beanspruchte Arbeitsleistung resp. Effekt an. Durch besondere Rechnung resp. Experiment kann auch die von der Transmission beanspruchte Arbeitsleistung gefunden werden, und dann hat man alle Daten, um die zum Betriebe der Arbeitsmaschine nöthige Arbeitsleistung zu finden. Solche Experimente sind aber zeitraubend und müssen mit den nöthigen Vorsichten angestellt werden, um richtige Resultate zu geben. Auch erfordern sie besondere Einrichtungen an den Transmissionen, damit die gehörige

Abtrennung der Theile vorgenommen werden kann, was in vielen Fällen mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, daher man, wie schon bemerkt, zur Messung der von Arbeitsmaschinen konsumirten Arbeitsleistungen die Dynamometer der I. Klasse zur Anwendung bringt.

Der künstliche Widerstand, welcher die Arbeitsleistung des Motors konsumiren soll, wird durch eine entsprechende Reibung oder durch Hebung von Gewichten erzeugt. Bei Anwendung des Reibungswiderstandes wird gewöhnlich auf der Hauptwelle eine Reibungsscheibe besonders befestigt, und zwar, theils um die Hauptwelle zu schonen, wenn sie auch sonst geeignet wäre, an ihrem Umfange die erforderliche Reibung zu erzeugen, theils weil in den meisten Fällen der Umfang der Hauptwelle zu klein ist, um dieser Reibung die gehörige Intensität zu geben, und endlich, weil man sehr oft beabsichtigt, den betreffenden Apparat für Wellen von verschiedenem Durchmesser zu benutzen.

Die Reibungsscheibe wird daher gewöhnlich aus zwei Hälften zusammengesetzt, welche an der passenden Stelle um die Welle gelegt und alsdann durch Schrauben zur geschlossenen Scheibe vereinigt werden. Die Scheibe wird dann entweder durch Keile oder starke Zentrirschrauben auf der Hauptwelle unwandelbar befestigt und nach ihrem abgedrehten Umfange zentrirt, so daß sie um die Achse der Hauptwelle rund läuft. Das Material der Reibungsscheibe ist gewöhnlich Gußeisen. Die Reibung wird nun am Umfange dieser Scheibe entweder durch Anpressen von Holzklötzen — die sogenannten Bremsbacken — die genau nach dem Umfange der Scheibe ausgeschnitten sein müssen und dieselbe auf einem hinreichenden Theile der Peripherie umgeben, oder durch Umlegen und Anziehen eines biegsamen Eisenbandes (Bremsband, Bremsgurt) hervorgebracht. Nach Maßgabe des erforderlichen Reibungswiderstandes muß das Anpressen resp. Anziehen der Bremsbacken oder des Bremsbandes vorgenommen werden, wozu im Allgemeinen Schraubenvorrichtungen am bequemsten sind. Bei einigen Vorrichtungen mit Bremsband können auch Gewichte das Anziehen verrichten.

Ein Haupterforderniß bei allen diesen Apparaten ist die Herbeiführung eines möglichst konstanten Reibungswiderstandes, damit der Gang der Hauptwelle während des Experiments nicht durch Zittern alterirt werde und die Beobachtungen am Apparate möglichst sicher gemacht werden können. Hierzu ist erforderlich die gehörige Justirung des

Apparates, geeignete Schmierung der Reibungsflächen und geschickte Behandlung des Apparates beim Anziehen und Lüften der Bremsbacken oder des Reibungsbandes. Damit die gewünschte Reibung zwischen Reibungsscheibe und Bremsbacken oder Bremsband wirklich erzeugt werde, müssen letztere festgehalten werden, so daß die Reibungsscheibe zwischen dem Backen oder der Gurte rotirt. Der entwickelte Reibungswiderstand wird nun wieder durch Gleichgewichtsherstellung an Hebel oder Rolle mit Gewichten oder Federwagen gemessen, und es geben diese Daten die erforderlichen Elemente zur Berechnung der konsumirten Arbeitsleistung an. Hierbei kann man auf verschiedene Weise verfahren, und wird hiernach die Einrichtung des Apparats getroffen. Selten und nur mehr bei Modell-Motoren 2c. wird die Messung der durch die rotirende Hauptwelle übertragenen Arbeitsleistung mittelst Hebung von Gewichten bewirkt, indem man Rolle und Seil anordnet und letzteres mit dem angehängten Gewicht aufwickelt. —

Die Zahl der sowohl vorgeschlagenen als auch ausgeführten und angewendeten Dynamometer ist sehr groß, und es muß hier auf die betreffenden Schriften Bezug genommen werden, worin das Erforderliche zu finden ist. Zunächst ist anzuführen: Prechtls technologische Encyklopädie Bd. IV., der Artikel Dynamometer; dann allgemeine Maschinen-Encyklopädie von Dr. J. A. Hülsse, II. Band, Artikel Bremsdynamometer; ferner: Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik von J. Weisbach, Band II., 3. Auflage; alsdann: Repertorium der technischen Literatur vom Jahre 1823 bis inclusive 1853 von Dr. Schubarth. Insbesondere enthalten die Jahrgänge von Dingler's polytechnischem Journal und des polytechnischen Centralblattes, Beschreibung und Zeichnung fast aller bekannten Apparate. Sodann noch Bulletin de la société d'Encouragement und Bulletin de Mulhausen, welche die besten Zeichnungen der französischen Dynamometer enthalten.

Aus dieser großen Zahl von Dynamometern sind drei der neuesten Konstruktionen zur speziellen Beschreibung ausgewählt worden. Die Zeichnungen sind auf Taf. 62 gegeben.

Fig. 3, 4 und 5 zeigen Querschnitt, Ansicht und Grundriß des totalisirenden Zugdynamometers von M. Clair (Bulletin de la société d'Encouragement 1857); Fig. 1 und 2 das Dynamometer von Hartig für Arbeitsmaschinen mit rotirender Bewegung, im Querschnitt

und Aufriß (Polytechnisches Centralblatt 1857); Fig. 6, 7 und 8 das Bremsdynamometer von Francis (Zivil-Ingenieur 1856).

1) Das totalisirende Zugdynamometer von M. Clair (Bulletin de la société d'Encouragement 1857).

M. Clair hat der bezeichneten Gesellschaft zwei Dynamometer zur Prüfung vorgelegt, welche beide in dem angeführten Journale beschrieben und gezeichnet sind. Das eine ist für Zugkräfte bei Wägen, Pflügen rc., das andere für drehende Kräfte bei Arbeitsmaschinen anzuwenden. Das erste, sogenannte Zugdynamometer ist in Fig. 3, 4 und 5 dargestellt. Es unterscheidet sich von ähnlichen Apparaten durch die Anwendung einer sogenannten Schneckenfeder und durch seine kompendiöse Form, so wie hinreichend solide Konstruktion.

A Querbalken am Wagen oder Pflug, an welchem das Dynamometer befestigt ist.

B Das Gehäuse des Dynamometers, mit A durch ein starkes Scharnier und Bolzen verbunden.

C Der Deckel des Gehäuses, welcher auf demselben durch eine hinreichende Anzahl von Schrauben festgehalten wird. In dem Gehäuse B liegt die Schneckenfeder, die mit ihren äußersten Windungen theils auf dem vorspringenden Deckelrande ansteht, theils zugleich in die innere Höhlung des Gehäuses genau eingelegt ist, um der Feder sichere Lagerung zu gewähren.

D Zugstange, mittelst Schraube und Mutter an der Spitze oder Mitte der Schneckenfeder mit derselben verbunden, so daß ein Zug in der Richtung der Zugstange D ein Zusammendrücken der Feder bewirkt.

E Zughaken der Zugstange D, welche ihre Führung durch die entsprechenden Oeffnungen im Deckel C und in dem Rahmen a erhält; dieser ist seinerseits am Gehäuse B befestigt.

a Rahmen.

b Armstück, mit der Zugstange D durch eine rohrförmige Hülse und Schrauben verbunden. Die Hülse bildet sodann auf der Zugstange einen ringförmigen Ansatz, welcher den Auszug der Stange an dem Rahmen a begrenzt.

c ein Kästchen, getragen von dem Arme b, in welchem die Reibungsscheibe r mit dem zugehörigen Mechanismus, um die Umdrehungen derselben anzuzeigen, beherbergt ist; bildet sonach einen Theil des Totaliseurs.

d eine Feder, welche das Scheibchen r auf die Plattform niederdrückt.

f die Plattform, deren Oberfläche hinreichend rauh gemacht ist, um das Gleiten der Scheibe r zu verhüten.

g die Welle der Plattform f; sie liegt in zwei Lagern, die sich an den am Deckel C befestigten Armen befinden.

h Schnurscheibe, am untern Ende der Welle g aufgesetzt, deren Rinne eine hinreichend feste Schnur aufnimmt, die von da ab weiter geführt wird nach einer passend gelegenen zweiten Schnurscheibe an einer der rotirenden Achsen des Wagens oder Pfluges. Vorausgesetzt nun, daß die betreffende Schnurführung richtig angeordnet ist und keine Gleitung der Schnur Statt findet, so wird die Schnurscheibe h mit ihrer Welle g und somit auch die Plattform f eine der fortschreitenden Bewegung des Wagens korrespondirende Drehung annehmen. Der Totaliseur besteht nun aus der Plattform f, dem Reibungsscheibchen r und aus dem Zählapparat im Kästchen c.

In der Zeichnung steht die Reibungsscheibe r genau in der Mitte der Plattform, so daß der Berührungspunkt von r in der Achse der Welle g liegt. Diese Stellung des Scheibchens r entspricht der Ruhelage der Zugstange resp. der Schneckenfeder, wenn kein Zug ausgeübt wird. Es ist klar, daß in dieser Stellung, selbst wenn die Plattform in Bewegung ist, das Scheibchen r keine Drehung machen wird, da der Berührungspunkt keinen Weg beschreibt. Sobald aber Zug ausgeübt, sonach die Feder zusammengedrückt und die Zugstange aus dem Gehäuse gezogen wird, bewegt sich mit der Zugstange der Arm b und das Scheibchen r nach rechts, korrespondirend der Intensität der ausgeübten Zugkraft. Findet nun zugleich eine fortschreitende Bewegung des Wagens Statt, wird also eine mechanische Arbeit verrichtet, so dreht sich die Plattform, und das Scheibchen r beschreibt in Folge der Berührung mit der Plattform an ihrem Umfange einen entsprechenden Weg, welcher durch die Umdrehungen des Zeigerwerkes im Kästchen notirt wird. Diese Umdrehungen geben, wie bereits früher gezeigt ist, in Zahlen einen Ausdruck an, welchem die durch eine gegebene Wegstrecke vollführte Arbeitsleistung proportional ist, und es kann letztere für jedes Instrument nach einfacher Rechnung oder aus einer Tabelle sofort angegeben werden. Das Dynamometer von Clair ist aber noch mit einem Zeichenapparate ausgerüstet, um die Intensität der

Zugkraft auf Papierstreifen in jedem Augenblicke zu notiren. Zu dem Ende ist die Welle g etwa in der Mitte ihrer Länge mit Gewinden einer mehrfachen Schraube versehen.

s Schraubengewinde,

n Schraubenrad in Eingriff mit s,

l Welle des Schraubenrades, mit dem Zeichenpapierzylinder versehen; daher die Drehung der Welle g eine entsprechende Drehung des Zylinders l bewirkt;

o und p zwei anderweitige Zylinder parallel zu l gelagert, wovon der erstere als Papiervorrathszylinder, der letztere als Spannungszylinder anzusehen ist. Das Zeichenpapier wickelt sich bei Ingangsetzung des Apparates von dem Zylinder o unter p auf l auf, und es ist deshalb der Zylinder l mit Stacheln versehen, die sich in das Papier einstechen. Zur Erleichterung der Papierzuführung von den Zylindern o und p nach l sind erstere mit Schnurscheiben versehen, um welche die Bewegungsschnur gelegt wird.

t Zeichenstift, um die Kraftkurve aufzuzeichnen.

v ein Arm, seitlich befestigt an der Zugstange D, welcher die Führungen für den Stift t trägt. Es entspricht demnach die Bewegung des Zeichenstifts genau der Bewegung der Zugstange D, also der Intensität der Zugkraft.

Ist daher der Apparat in Thätigkeit, so zeichnet der Stift t auf dem sich aufwickelnden Papierstreifen die entsprechende Kraftkurve, und es kann aus dieser Kraftkurve und aus der zurückgelegten Wegstrecke die Arbeitsleistung berechnet werden, wodurch man gleichzeitig eine Kontrole für die Anzeigen des Totaliseurs erhält. Das beschriebene Dynamometer hat sich in der Praxis sehr gut bewährt.

Die Schneckenfeder hat ausgestreckt eine Länge von 0,84 Meter und ein Gewicht von 92 Dekagramm. Das Gehäuse von Gußeisen hat 0,12 Meter Durchmesser und eine Höhe von 0,10 Meter. Die Intensität der Zugkraft kann bis zu 250 Kilogramm gehen, wobei sich die Feder noch immer als vollkommen elastisch zeigte. Die mittlere Einziehung oder Eindrückung der Feder betrug 1,52 Millimeter für 10 Kilogramm Zugkraft in der Stangenrichtung. Der ganze Apparat hat circa eine Höhe und Länge von 0,34 Meter und 0,2 Meter Breite. Er ist also sehr kompendiös, leicht zu transportiren und anzubringen.

2) Das Dynamometer für Arbeitsmaschinen von E. Hartig. Dasselbe ist in $^{1}/_{10}$ der wirklichen Größe in Fig. 1 im Grundriß und theilweisen Horizontaldurchschnitt, in Fig. 2 im Aufriß dargestellt. Die beiden parallelen horizontalen Wellen AA und BB sind in einer Höhe von 40 Centimeter über der gußeisernen Bodenplatte C und 50 Centimeter von einander entfernt aufgelagert; die Lager selbst sind in der Zeichnung weggelassen und nur die Lagerstühle D und E angegeben, welche paarweise zusammengegossen sind. Jede dieser beiden Wellen trägt am einen Ende eine Festscheibe F mit Kranz und eine Losscheibe G von 40 Centimeter Durchmesser und 10 Centimeter Breite, deren vertikale Mittelebenen beziehentlich zusammenfallen. Die eine Welle, z. B. AA, empfängt durch ihre Festscheibe die Bewegung von dem gangbaren Zeug und überträgt sie vermittelst des Zahnrades H von 50 Zähnen auf den Kranz I, welcher nicht nur auswendig, sondern auch inwendig verzahnt ist; die äußere Verzahnung besteht aus 150, die innere aus 120 Zähnen. Dieser Kranz ist durch 6 Schrauben a, a mit einem auf der Welle BB lose sitzenden Armsysteme KK verbunden, welches seine Lage gegen diese zu sichern hat. Die innere Verzahnung steht mit den beiden Zwischenrädern LL von 40 Zähnen im Eingriff; sie befinden sich zu beiden Seiten des Rades M, das auf der Welle BB festgekeilt ist, und theilen ihm und somit auch der Welle ihre Drehbewegung mit; und zwar ist bei den gewählten Zähnezahlen die Umdrehungsgeschwindigkeit der Welle BB übereinstimmend mit der von AA. Die erstere überträgt nun wieder die Bewegung durch ihre Festscheibe F nach der Arbeitsmaschine, deren Leistungsbedarf gemessen werden soll. Die Zwischenräder LL sind auf kurze Achsen bb lose aufgesteckt, welche in den gegabelten Enden zweier Arme NN festgeschraubt sind; diese Arme befinden sich an einer starken Hülse O angegossen, welche auf die Welle BB sehr fleißig aufgepaßt ist. An dem Umfang des genau zylindrisch abgedrehten Theils c dieser Hülse ist ein Lederriemen dd befestigt, welcher vertikal abwärts nach dem Bundring e einer Flachfeder P führt; dieselbe ist an den Enden ff durch Zwischenglieder gg mit einer zweiten Feder P von gleicher Gestalt und Größe verbunden, die aber in ihrer Mitte an der Bodenplatte C des Apparats befestigt ist. Die Länge eines freien Arms dieser Federn beträgt 50 Centimeter, die Breite überall 5 Centimeter und die Dicke am Bundring 1,5 Centimeter; sie sind als Körper von gleichem

Widerstand geformt, in der Art, wie sie vorzüglich von Morin bei seinen Versuchen über die Reibung u. s. w. angewendet wurden. Die totale Ausbiegung, sobald sie der einwirkenden Zugkraft proportional bleiben soll, darf 20 Centimeter nicht übersteigen. — Wenn nun durch die Zwischenräder LL hindurch nach einer Arbeitsmaschine eine Bewegung mitgetheilt wird, so werden die Achsen bb derselben einen gewissen der übertragenen Kraft in jedem Augenblick proportionalen Druck auszuhalten haben, welcher die Hülse O von links nach rechts zu drehen strebt und dieselbe auch wirklich so weit in dieser Richtung drehen wird, bis er sich mit dem Zug der dadurch angespannten Federn in's Gleichgewicht gesetzt hat. Nimmt der Widerstand der Arbeitsmaschine ab, so vermindert sich auch der Achsendruck der Räder LL, und die Hülse O dreht sich soweit wieder rückwärts, bis aufs Neue Gleichgewicht eingetreten ist. Auf solche Art wird sich jede Veränderung in der Intensität der übertragenen Kraft, also des Widerstands der Arbeitsmaschine, durch eine vertikale Auf- und Niederbewegung des Bundringes e der obern Feder P äußern. Bringt man daher an diesem Bundring einen Bleistift h an und führt an demselben einen etwas über 20 Centimeter breiten Papierstreifen pp gleichmäßig vorüber, so wird dieser Stift eine Kurve aufzeichnen, deren Ordinaten von einer Nulllinie aus gerechnet, welche ein feststehender Bleistift i zugleich beschreibt, die Größe der übertragenen Kraft in jedem Augenblicke repräsentiren. Man kann daher, sobald man den Zusammenhang zwischen einer bestimmten Ausbiegung der Federn und der Zugkraft kennt, welche dieselbe hervorruft, leicht auch den mittleren Widerstand der Arbeitsmaschine während einer gewissen Zeit bestimmen oder doch zunächst den mittleren Druck auf die Zapfen bb; derselbe betrage P Kilogr. Hat man nun noch vermittelst eines Zählapparates ll die Umdrehungszahl n der Welle AA pro Minute bestimmt und bezeichnet man mit r den Theilrißhalbmesser des Zahnrades M in Metern (hier = 0,01 Meter), so kann man, wie leicht zu erweisen, die pro Sekunde nach der Arbeitsmaschine übertragene Wirkungsgröße nach dieser Formel berechnen:

$$N = \frac{P \pi r n}{60} \text{ Meterkilogr.}$$

Außerdem gewährt die von dem Bleistift h beschriebene Linie ein anschauliches und treues Bild von den Veränderungen, welche die übertragene Kraft während der Zeit des Versuchs erfahren hat. An

der Hülse O befinden sich noch zwei für den Gebrauch des Dynamometers wichtige Vorrichtungen: die eine hat den Zweck, die Hülse und somit die Achsen der Räder LL so lange zu arretiren, als der Anlauf der Arbeitsmaschine dauert; man hält hierdurch die plötzlichen Kraftsteigerungen und unangenehmen Stöße von den Federn fern, welche bei Ingangsetzung der Arbeitsmaschine durch die Trägheit der zu bewegenden Massen hervorgerufen werden; die andre Vorrichtung dient dazu, die Drehung der Hülse nicht über 180° hinausgehen zu lassen, damit die Federn nicht über die Elastizitätsgrenze hinaus angespannt werden. Die Hülse O trägt nämlich außer den Armen NN noch zwei längere auf diesen senkrechte Arme QQ, welche beide vom Ende herein radial eingeschnitten sind. In den freien Einschnitt des nach unten gerichteten Armes paßt ein auf dem horizontalen Hebel R befestigter Vorsprung, der, wenn eingerückt, jede Bewegung der Hülse und der Achsen bb verhindert; die Räder LL sind also dann fest aufgelagert. In den entsprechenden Einschnitt des andern gegenüberstehenden Armes ist ein nach vorn hervorstehender starker Holzdaumen k eingesetzt und durch zwei eiserne Querstifte befestigt. Wenn der Anlauf der Maschine beendet ist und das Dynamometer seine Thätigkeit beginnen soll, so rückt man den Hebel R um soviel nach vorn, daß der darauf befindliche Vorsprung jenen Einschnitt verläßt und die Hülse frei macht; dieselbe folgt nun den auf sie einwirkenden Kräften und fängt an zu spielen. Sollte die Größe der zu übertragenden Kraft ein Mal so weit wachsen, daß die Federn über 20 Centimeter angespannt werden würden, so trifft der aus dem andern Einschnitte hervorstehende Holzdaumen k gerade an den ausgerückten Vorsprung des Hebels R und die weitere Drehung der Hülse und Anspannung der Federn ist gehindert. — Auf der Welle A befindet sich noch eine Schnecke S aufgekeilt, welche die Bewegung vermittelst mehrerer kleiner Zahnräder o, v, w ꝛc. nach dem schon oben erwähnten Zählapparat ll und den beiden vertikalen Walzen m, n überträgt; die letzteren haben den Zweck, den Papierstreifen pp zwischen sich durchzuziehen und ihm so eine gleichmäßig fortschreitende Bewegung zu ertheilen; die eine von beiden, m, ist deshalb von Metall und fein gerippt, die andre, n, mit Tuch und Leder überzogen. Beide Apparate, sowohl das Zählwerk ll, wie auch die Abzugswalzen mn, können durch Drehung einer Kurbel q beliebig ein- und ausgerückt werden; diese Kurbel sitzt nämlich an einem vertikalen Schaft r, welcher

bei s ein kleines Exzentrik trägt, von dessen Stellung, wie aus der Zeichnung zu ersehen, es abhängt, ob die beiden Zahnrädchen v und w, welche zum Betrieb des Zählers dienen, ein- oder ausgerückt, und ob zugleich die Walzen m und n, welche den Papierstreif abziehen, gegeneinander gepreßt sind oder nicht. Die Walze u enthält das erforderliche Papier im Vorrath aufgewickelt. An den vier Ecken der Bodenplatte C sind kleine Platten T angegossen, mit deren Hülfe der Apparat am Boden angeschraubt oder gegen die Decke des Arbeitsraumes abgesteift werden kann. Die beiden zylindrischen Stangen UU zur Seite der Platte dienen zum bequemen Aufheben und Forttragen der Maschine.

Das beschriebene Dynamometer vereinigt zwei wesentliche Vortheile, die sich in andern Instrumenten dieser Art nur getrennt vorfinden. Es kann nämlich erstens zwischen eine Arbeitsmaschine und die zugehörige Triebscheibe sofort eingeschaltet werden, ohne daß eine Verrückung der letztern erforderlich ist, weil die mittleren Ebenen der die Bewegung empfangenden und dieselbe wieder abgebenden Riemenscheiben, zusammenfallen. Dieser Vortheil ist bei häufiger praktischer Benutzung eines Dynamometers von sehr großem Werth, denn nach zahlreichen Versuchen, welche durch Prof. Böttcher in Chemnitz mit andern Kraftmessern angestellt worden sind, hat sich ergeben, daß das Losschlagen, Seitwärtsrücken und genaue Einstellen der aufgekeilten und oft ganz festgeleimten Triebscheiben in der Regel sehr viel Mühe und beträchtlich mehr Zeit in Anspruch nimmt, als die nachherige Ausführung der Versuche selbst. Der störende Aufenthalt, welcher dadurch im Betrieb der Arbeitsmaschinen entsteht, ist überdies sehr wenig geeignet, die Fabrikanten für die Zulassung von solchen Kraftmessungsversuchen geneigt zu machen, an denen doch die heutige Technik noch so empfindlichen Mangel leidet! Von allen bisher bekannt gewordenen Dynamometern gewährt den in Rede stehenden Vortheil nur das von Schinz, welches sich aber für veränderliche Kräfte gar nicht eignet. Der zweite Vortheil, welchen das beschriebene Dynamometer bietet, ist seine Anwendbarkeit für alle solche Arbeitsmaschinen, deren Widerstand regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehrenden Schwankungen unterworfen ist, also für die Reinigungs- und Auflockerungsmaschinen und Feinspinnmaschinen der Spinnereien, für die Tuchwalken, die mecha-

nischen Webstühle, die Sägewerke, Walzwerke, Poch- und Hammerwerke 2c. Für alle Arbeitsmaschinen dieser Art sind solche Dynamometer, bei denen der Widerstand durch direkte Wägung mit Gewichten ermittelt wird, also die von Batchelder, Schinz, Rittinger, Wiede u. a. gänzlich unbrauchbar, denn alle plötzlichen Kraftänderungen machen bei diesen entweder die Beobachtung ganz unmöglich oder sie beeinflussen, wegen der Trägheit der angewendeten Gewichte, die Resultate in einer Weise, daß man keine Anwendung von ihnen machen kann.

Das hier beschriebene Dynamometer ist in allen seinen Theilen berechnet für eine größte zu übertragende Leistung von 2 bis 5 Pferdekräften bei beziehentlich 80 und 200 Umdrehungen der Welle A A pro Minute.

3) Das Brems-Dynamometer von Francis, Fig. 6, 7 und 8. Mit diesem sehr zweckmäßig eingerichteten Dynamometer hat Francis bei seinen hydraulischen Versuchen (Lowell hydraulic experiments etc.: siehe die deutsche Bearbeitung dieser Schrift über diesen Gegenstand im Civilingenieur Band II) die Leistungen mehrerer Turbinen sehr genau untersucht, und es verdient die Einrichtung dieses Dynamometers um so mehr Beachtung, da derselbe sehr bedeutende Effekte, circa 175 Pferdekraft, zu messen hatte:

A ist die senkrechte Turbinenwelle.

B das gußeiserne Bremsrad. Es besteht aus einem Kranze von 5½ Fuß englisch Durchmesser und 2¼ Fuß englisch Höhe, der nach außen überstehende Ränder hat und nach innen mit 6 Ansatzstücken versehen ist; ferner aus der Nabe und 6 Radarmen, die mittelst Schrauben mit den Ansatzstücken des Radkranzes fest verbunden sind. Die Nabe ist auf die Welle festgekeilt.

C und D die mit Eisen beschlagenen Holzbremsbacken, welche den Radkranz von außen umfassen und durch zwei Schraubenbolzen von 2 Quadratzoll Querschnitt an B angepreßt werden.

E Fortsetzung des Backens D, welche zugleich den Bremshebel bildet, der durch die eiserne Zugstange c mit dem senkrechten Arm des Winkelhebels F G H verbunden ist. Dieser Winkelhebel dreht sich in L um einen starken Bolzen und trägt am Ende G des horizontalen Armes die Wagschale mit den aufgelegten Gewichten. Das andere Ende H dieses Armes ist durch die Stange d mit dem hydraulischen Moderateur N in Verbindung gebracht. Auch ist an demselben Ende

noch ein Zeiger z befestiget, der an der nebenstehenden festen Skale die Schwankungen und Abweichungen des Armes GH von der Horizontalen angibt. Der eben erwähnte hydraulische Moderateur N ist eine neue schätzenswerthe Zugabe. Er besteht der Hauptsache nach aus einer starken eisernen Scheibe f, welche in dem mit Wasser angefüllten gußeisernen Gefäße N auf und niederbewegt wird. Zwischen den Wänden und dem Umfange der Scheibe ist etwas Spielraum, damit das Wasser bald über bald unter die Scheibe treten kann, jenachdem sie gedrückt oder gezogen wird. Da die Bewegung der Scheibe wegen des geringen Spielraumes nur langsam und stetig vor sich gehen kann, so werden alle heftigen Schwankungen des Winkelhebels moderirt.

J. Schneider.

Eisengießerei.

(Bd. V. S. 70.)

Die allgemeinen Grundsätze, welche im Artikel Metallgießerei des Hauptwerkes (Bd. IX S. 638—650) erörtert sind, finden selbstverständlich auf das Gießen des Eisens ihre Anwendung. Ferner gelten die über Verfertigung der Gießformen für den Messingguß ebendaselbst (Bd. IX. S. 590—634) gegebenen Auseinandersetzungen wenigstens insofern auch hier, als gleiche Gegenstände von Eisen gegossen werden; denn das Verfahren beim Formen bleibt dasselbe, es mag in die fertige Form Messing oder Eisen gegossen werden. Es wird demnach bei dem Nachfolgenden mehrmals ausdrücklich oder stillschweigend auf den Artikel Messinggießerei Bezug genommen werden. Was an Einzelheiten über Eisengießerei zu dem Artikel in Bd. V. des Hauptwerks nachzutragen nöthig erscheint, muß schon des Raumes halber kurz gefaßt und großentheils mit Hinweisungen auf gedruckte Quellen beigebracht werden. Als gute Abhandlungen des Gegenstandes in seinem ganzen Umfange sind zu empfehlen: Vollständiges Handbuch der Eisengießerei von Karl Hartmann, Freiberg 1847, Ergänzungsheft dazu 1853; und The moulder's and founder's pocket guide by Fr. Overman, Philadelphia 1851. Sehr schätzenswerthe Mittheilungen enthält auch das Werk von Holtzapffel: Turning and mechanical Manipulation, Vol. I., London 1843, p. 317—375. Die alte kleine Schrift von Tiemann: Abhandlung über die Förmerei

und Gießerei auf Eisenhütten, Nürnberg 1803, ist neben den vorigen noch immer beachtenswerth.

I. Umschmelzen des Eisens und Gießen.

In Eisengießereien, welche nicht mit Eisenhütten verbunden sind, sondern Roheisenbarren nebst altem Gußeisen ankaufen und verarbeiten, geschieht das Schmelzen größtentheils in den so genannten Kupolöfen, nämlich niedrigen (höchstens 20 Fuß hohen) Schachtöfen mit Gebläse, deren Bau mannichfaltigen Abänderungen unterliegt, wie als Beispiele der Kupolofen von Nillus in Havre (Armengaud, Publication industrielle, III. 456), jener von Wright und Brown zu Newcastle (Polyt. Journ., Bd. 134, S. 420) und jener der Berliner königlichen Eisengießerei (Verhandlungen des Vereins für Gewerbfleiß in Preußen, 23. Jahrg. 1844, S. 117) darthun mögen. Der Brennstoffaufwand im Kupolofen ist sehr wandelbar nach Größe und Bauart des Ofens, Beschaffenheit des Gebläses, des Brennstoffes selbst und des eingeschmolzenen Eisens. Aus einer Zusammenstellung darüber vorhandener Erfahrungen ist abgeleitet, daß auf je 100 Pfund eingetragenen Roheisens (woraus gewöhnlich 90 bis 95 Pfund Guß, einschließlich der Angüsse, erfolgen) 16 bis 45 Pfund Koke oder 36 bis 64 Pfund Holzkohle verbraucht werden; die geringeren Zahlen haben nur für die Fälle Geltung, wo erhitzte Gebläseluft in Anwendung kommt. Dabei ist jedenfalls vorausgesetzt, daß nur während des Tages geschmolzen wird, also jeden Morgen ein neues Füllen und Anheizen Statt findet; bei einem Tag und Nacht ununterbrochen fortgesetzten Betriebe (wie er jedoch selten vorkommt) verringert sich der Brennmaterialbedarf um ein Erhebliches.

Nur zu sehr schweren Gußstücken wird ein so großer Eisenvorrath, als der Kupolofen fassen kann, in demselben angesammelt und auf ein Mal vergossen, nöthigen Falls sogar der Inhalt zweier neben einander stehenden Oefen gleichzeitig in dieselbe Gießform geleitet. In den gewöhnlichen Fällen wird so oft abgestochen als eine den Umständen nach genügende Menge geschmolzenen Eisens vorhanden ist.

Aus dem Stichloche des Umschmelzofens (sei dieser ein Kupolofen oder ein Flammofen) läßt man zuweilen das Eisen durch eine mit Formsand ausgeschlagene Rinne direkt in die Formen laufen, ein Verfahren, welches Vorsetzen oder Laufenlassen genannt wird; meist

aber fängt man das Eisen in mit Lehm ausgestrichenen und stark erhitzten Geschirren (Kellen oder Pfannen) auf, welche gefüllt zu den Formen transportirt und in dieselben entleert werden. Man hat Gießkellen (von Gußeisen oder Schmiedeisen) die von einem Arbeiter an 3 bis 4 Fuß langem Stiele getragen werden und bis 50 Pfund Eisen fassen; Gießpfannen aus eisernem Kesselblech zusammengenietet für 200 bis 400 Pfund, von 2, 3 oder 4 Personen an Tragstangen nach Art einer Sänfte fortzubringen; endlich größere solche Pfannen für Eisenmassen bis zu 40, 60, ja 100 Zentner, zu deren Hebung und Bewegung die Anwendung eines gehörig starken Krahns unerläßlich ist. Die Gießpfanne von Sligth in Renfrew (Polytechn. Journ., Bd. 128, S. 17; Polytechn. Centralbl. 1853, S. 790) ist zum Einhängen in den Krahnkettenbügel mit zwei Zapfen versehen, welche sich etwas unter dem Schwerpunkte (näher dem Boden) befinden, so daß die Pfanne ein Bestreben hat, sich von selbst zu neigen, wie es zum Ausgießen erfordert wird. Während der Füllung und des Transports ist sie durch einen vorgeschobenen Riegel verhindert, diesem Bestreben zu folgen; hat man aber die Pfanne zum Formkasten gebracht und den Ausguß (die Schnauze) derselben auf eine an letzterem angebrachte Stütze gelegt, so wird durch Wegziehen des Riegels die Pfanne frei gemacht und nun mittelst des Krahns allmälig so gehoben, daß ein richtiges Ausfließen des Eisens Statt findet. — Bei einer Gießpfanne von Nasmyth, Gaskell und Komp. in Manchester geschieht das Umneigen des im Krahn erhobenen Gefäßes mittelst einer in einen Zahnbogen eingreifenden Schraube ohne Ende (Deutsche Gewerbezeitung 1847, S. 28; Polytechn. Centralbl. 1847, S. 222).

Zum Gießen der allergrößten Gegenstände gebraucht man wohl einen aus dickem eisernen Kesselblech angefertigten, 200 bis 240 Zentner Eisen fassenden Kasten, welcher mit Lehm ausgestrichen, in einem Trockenofen stark erhitzt, mittelst Krahnpfannen gefüllt und auf einem eisernen Wagen stehend an die Gußstelle gefahren wird, wo man durch Aufziehen eines Schiebers das Metall auslaufen läßt.

Um die vollkommene Ausfüllung der Gießformen durch das Eisen im höchsten Grade zu sichern, die Entstehung von Luftblasen zu verhindern und selbst große hohle Stücke sehr dünnwandig herzustellen, will Bernard (Polytechn. Centralbl. 1854, S. 726; Polytechn. Journ. Bd. 131, S. 434) aus der Form die Luft mittelst einer Luftpumpe

ausziehen und dann durch die Wirkung des atmosphärischen Druckes das Eisen von unten eintreten lassen. Es scheint das Projekt sich im Besondern auf Lehm- und Masseformen zu beziehen; wie aber die nöthige Luftdichtigkeit der Formen zu erreichen sei, bleibt zweifelhaft, und jedenfalls wäre zu berücksichtigen, daß selbst der volle Atmosphärendruck (wie er nur bei absolutem Vakuum in der Form zur Wirkung kommen würde) einer Eisensäule von höchstens 4½ rheinl. Fuß das Gleichgewicht halten kann, mithin schwerlich vom Gießen eines Dampfmaschinenzylinders (den der Erfinder als Beispiel wählt) die Rede wird sein dürfen.

II. Formerei in Sand.

Es sollen hier unter Formen von „Sand" sowohl die aus magerem Sande (Sand im engern Sinne, den man auch nassen oder grünen Sand nennt), als jene aus fettem Sande (Trockensand oder Masse) — vergleiche im Hauptwerke Bd. IX., S. 648 — begriffen werden, weil in der That das Einformen der Modelle für beide Fälle gleich ist und nur die nachträgliche Behandlung der Formen den Unterschied macht.

Zur Vorbereitung des Formsandes gehört das Zerreiben desselben (um alle Klümpchen zu zertheilen), das Sieben, das Mengen des frischen Sandes mit schon gebrauchtem Sande oder mit Kokestaub, auch wohl das Vermischen zweier natürlicher Sandsorten oder eines zu magern Sandes mit Lehm. Es werden für diese Zwecke oftmals, besonders in großen Gießereien, mechanische Vorrichtungen gebraucht, zum Reiben und Mengen namentlich Sandmühlen verschiedener Art. Einige sind nach dem Prinzipe der holländischen Oelmühlen mit stehenden Steinen (s. im Hauptwerke, Bd. X. S. 199 flg.) gebaut. Für den gegenwärtigen Zweck besteht die Maschine (Génie industriel, par Armengaud, VI. 137) aus zwei gußeisernen breit- und glattrandigen Rädern, welche auf dem horizontalen und flachen kreisrunden Boden einer unbeweglichen gußeisernen Schale im Kreise herumrollen. Eine Abänderung hiervon (Kronauer, Zeichnungen der Maschinen 2c. III. Taf. 18) ist die, wobei die Schale nicht festliegt, sondern sich um ihre (vertikale) Achse dreht, woraus dann folgt, daß die Räder oder Läufer ihren Platz nicht verlassen, sondern nur ebenfalls eine Achsendrehung annehmen. Andere Sandmühlen wirken mittelst zweier

horizontal neben einander liegènder Walzen; und hiermit hat Fauchet (Génie industriel XIV. 119; Polytechn. Journ. Bd. 146, S. 406) eine Art Schöpfrad verbunden, welches den durchgegangenen Sand auffängt, hebt und wiederholt in den Trichter oder Rumpf über den Walzen schüttet.

Die Herstellung der Sandformen geschieht im Allgemeinen mit Hülfe von Modellen, welche in den stark komprimirten Sand eingeschlossen werden und beim Wiederausheben eine Höhlung von der beabsichtigten Gestalt hinterlassen. Hierbei ist es sehr oft nicht zu vermeiden, daß kleine Theile der Sandmasse sich von der Form ablösen und, am Modelle hängen bleibend, diesem folgen. Mitunter erscheint auch durch Versehen des Formers eine oder andere Stelle des Modells unvollkommen abgedruckt, oder es fehlt den Sandflächen die wünschenswerthe Glätte. Aus allen diesen Gründen muß der Arbeiter bereit sein, die Form sofort nach dem Ausheben des Modells nachzubessern, indem er, wie es sich nöthig zeigt, den Sand glattstreicht, da und dort etwas von demselben abnimmt oder etwas ansetzt, was Alles mit größter Behutsamkeit geschehen muß, und einen Vorrath geeigneter Hülfswerkzeuge nöthig macht. Die letzteren, von sehr verschiedener Gestalt und bei gleicher Gestalt von verschiedener Größe, bestehen aus Stahl, aus harter Bronze (Kupfer mit Zinn) oder aus Messing. Einige Beispiele davon zu geben, sind die Fig. 20 bis 32 auf Taf. 63 bestimmt, sämmtlich im vierten Theile des wirklichen Maßes gezeichnet. Fig. 20 bis 25 sind stählerne Exemplare, Fig. 26 bis 32 von Bronze gegossene.

Fig. 20 (Seitenansicht und obere Ansicht) zeigt eine Kelle, ähnlich der Maurerkelle, nur kleiner und mit viereckigem Blatte. Das Heft a ist von Holz. — Fig. 21, zwei verschieden geformte kleine Kellen an einem gemeinschaftlichen Stiele. — Fig. 22, eine flache spitzige Kelle b (gleich b in Fig. 21) vereinigt mit einer zur halbzylindrischen Rinne gebogenen Schaufel c, deren Querschnitt in c′ beigesetzt ist. — Fig. 23, eine lange, schmale und dünne Klinge d e (gerade und auf beiden Seiten flach) mit einer am andern Ende des Stiels unter rechtem Winkel sitzenden kleinen und dicken Platte f. — Fig. 24, ähnlich dem vorigen Werkzeuge, jedoch d e auf einer Seite querüber konvex (s. Durchschnitt h), f dünn und an der Kante g fast schneidig. — Fig. 25, eine flache Spatel i mit einem Löffel k, der sich von einem

Theelöffel nur durch die lange und schmale Gestalt des Ovals unterscheidet.

Fig. 26, zwei ähnliche aber weniger lange Löffel, an denen — wie an k, Fig. 25 — die konvexe Außenseite zum Gebrauche bestimmt ist. — Fig. 27, eine flache gebogene Spatel l und eine rinnenförmige gekrümmte Schaufel m. — Fig. 28, ein pilzförmiges Glättwerkzeug, hohles Kugelsegment mit kurzem Stiele n. — Fig. 29, ein desgleichen von zylindrischer Krümmung und mit einem flachen Lappen o zum Anfassen. — Fig. 30, eine flache Platte p mit einer krummen q unter rechtem Winkel vereinigt; die Zwischenwand r als Angriff für die Finger dienend. — Fig. 31, zwei flache Platten p und p' im rechten Winkel an einander stoßend; r wie vorher. — Fig. 32, ein stumpfer einspringender Winkel; s in schwachem Bogen gekrümmt, t flach mit konvexem Außenrande v; u ein kurzer Stiel.

Die Sandformerei zerfällt in die Herdformerei und die Kastenformerei (s. im Hauptwerke Bd. V. S. 107, 108). Oefters wird die Unterseite eines Modells in dem Herd, die Oberseite in einem auf den Herd gestellten Kasten geformt; dies ist eine gemischte Methode, welche als Vervollkommnung der so genannten „verdeckten Herdformerei" angesehen werden kann und einer besondern Erläuterung nicht bedarf. Da die Herdformerei verhältnißmäßig wenig, namentlich nur zur Darstellung sehr einfacher und meist geringer Gegenstände angewendet wird, so bezieht sich alles Folgende ausschließlich auf die Kastenformerei.

Die hierzu benutzten Formkästen, deren meist zwei, nicht selten aber auch drei oder mehrere zum Einformen eines Modells erfordert werden, sind hölzerne oder gußeiserne, oben und unten offene, in der Regel vierseitige Behältnisse, welche also die Gestalt von (boden- und deckellosen) Kästen, bei geringer Höhe mehr die von Rahmen haben, im letztern Falle also mit den „Formflaschen" der Messinggießer rc. (Hauptwerk Bd. IX, S. 592) übereinstimmen. Nur in diesem letztern Falle werden sie zum Gusse schräg aufgestellt und durch ein Gießloch in der einen Seitenwand ausgegossen; alle Kästen von einiger Höhe dagegen stehen gerade auf der Bodenfläche ihrer Sandfüllung, so daß sämmtliche Seitenwände senkrecht sind, und der Einguß führt das Metall von dem Gußloche in der obersten horizontalen Sandfläche senkrecht hinab durch die Sandmasse des Oberkastens ins Innere der

Form. Die Wände der hölzernen Formkästen werden inwendig mit horizontalen Leisten benagelt oder mit inwendig vorragenden und umgebogenen Nägeln gespickt, um den Sand fester zu halten; eisernen Kästen gibt man in gleicher Absicht vorspringende Zacken oder Rippen. Sind die Kästen sehr breit, so versieht man sie mit eingehängten eisernen Leisten (Hängeeisen, Gehänge), welche in den Sand eingeschlossen werden und ihn auch in der Mitte tragen helfen; oder man bringt hölzerne Querstäbe wenige Zoll von einander entfernt an, in welche S förmige eiserne Haken eingeschlagen sind. Eiserne Kästen erfordern solche Hülfsmittel nicht, sofern man sie mit Querrippen gießt, welche fast die ganze Tiefe des Kastens (soweit sie nämlich nicht zur Aufnahme des Modells frei bleiben muß) einnehmen, dessen Raum in lauter Zellen von 4 bis 5 Zoll Breite bei 1 bis 2 Fuß Länge theilen, und auf ihren Seitenflächen gekerbt sind. Da man nach Beschaffenheit der Modelle Formkästen von sehr verschiedener Größe und sehr verschiedenem Formate (Verhältniß zwischen Länge und Breite) nöthig hat, so sind Kästen zu empfehlen, welche aus Stücken dergestalt zusammengeschraubt werden, daß man durch Wegnehmen oder Einschalten solcher Theile sie nach Bedarf in den angegebenen Hinsichten verändern kann (s. ein Beispiel hiervon in: Karmarsch und Heeren, Technisches Wörterbuch, 2te Aufl. Bd. II, S. 110). Bei einzelnen Gelegenheiten erleidet die Gestalt und Einrichtung der Formkästen andere erhebliche Abänderungen, welche durch Eigenthümlichkeiten des Modells bedingt werden: der Art sind unter andern die im Artikel des Hauptwerks beschriebenen Kästen zum Formen der Kanonen.

Nebst der Beschaffenheit der Formkästen ist jene der Modelle von großem Einflusse auf das Verfahren beim Formen, und es hängt, um dieses letztere zu vereinfachen oder zu erleichtern, viel von einer zweckmäßigen Konstruktion der Modelle ab, welche nicht selten für einen und denselben Gegenstand verschieden sein kann. Hierüber, sowie über mancherlei Kunstgriffe und über allerlei mechanische Hülfsmittel, welche bei Herstellung der Sandformen in Anwendung kommen, wird eine Reihe von Beispielen am besten Auskunft geben.

1) Wenn das Modell auf der Vorderseite erhaben, auf der Rückseite vertieft ist, also von der Art wie Fig. 13 (Taf. 197 des Hauptwerks, vergl. daselbst Bd. IX, S. 606), so kann man nach Jobson (Deutsche Gewerbezeitung 1855, S. 103; Polytechn. Journ. Bd. 134,

S. 351 und Bd. 135, S. 35) sich folgenden erleichternden Verfahrens bedienen, welches namentlich dort von Werth ist, wo sehr viele Abgüsse eines Modells gemacht werden müssen. Man formt zuerst beide Seiten des Modells wie gewöhnlich ein, jedoch nicht mit Sand, sondern mit Gyps, den man darauf gießt und womit die zwei Formflaschentheile ebenso angefüllt werden, wie sonst mit Sand (Fig. 15, 16, Taf. 197 des Hauptwerks). Von den so erhaltenen zwei Formhälften, in denen der Einguß und die etwa nöthigen Windpfeifen ausgearbeitet werden, macht man wieder Abgüsse in Gyps, welche genaue Kopien der beiden Seiten des Modells darstellen, gut getrocknet und gefirnißt werden. Während nun die ersteren Abgüsse und auch das Modell nicht weiter gebraucht werden, bedient man sich des zweiten Paares um die Sandformen herzustellen. Indem nämlich auf das gefirnißte Gyps-Relief Sand geformt wird, gewinnt man die vertiefte Formhälfte; und durch gleiches Verfahren mit dem gefirnißten vertieften Gypsgusse entsteht die Relief-Sandform: beide Hälften zusammengesetzt liefern ohne Weiteres die vollständige zum Metallguß geeignete Form. Die Vortheile dieser Methode sind: daß Zeit erspart wird, weil die sonst erforderlichen Manipulationen mit dem Original-Modelle unterbleiben, man nöthigenfalls beide Hälften der Sandform zugleich (von verschiedenen Arbeitern) anfertigen lassen kann, und Einguß wie Windpfeifen sich ohne Weiteres beim Formen selbst vollkommen erzeugen; daß das Original-Modell geschont wird; daß manchen Beschädigungen der Sandform vorgebeugt ist, indem das Abheben des in einem Rahmen festsitzenden Gypsmodells von der Sandform leichter und sicherer geschehen kann als sonst das Ausheben des losen Original-Modells; endlich daß die Scheidungsflächen der zwei Formhälften beim Formen von Sand auf Gyps sauberer und genauer ausfallen, als beim gewöhnlichen Formen von Sand auf Sand, weshalb das neue Verfahren einen bessern Schluß der Form und demzufolge feinere Gußnäthe veranlaßt. Der Gyps ist dauerhaft genug, um bei gehöriger Vorsicht ein mehrtausendmaliges Abformen in Sand zu gestatten. Fürchtet man jedoch eine Beschädigung desselben durch das Einstampfen des Sandes, so kann man das Gypsmodell mit einer Schicht Metall bekleiden. Zu diesem Ende wird auf den ersten (direkt vom Original-Modelle genommenen) Gypsguß Sand geformt, von der Oberfläche dieses Sandabdrucks eine 4 bis 6 Linien dicke Schicht abgekratzt, nach

dem Wiederzusammensetzen eine Mischung aus 15 Theilen Zink und 1 Theile Zinn zwischen Gyps und Sand gegossen, hinter dieser Metallschicht der Sand weggenommen und durch aufgegossenen Gyps ersetzt. Man hat nur dafür zu sorgen, daß durch dem Zink eingeschnittene schwalbenschwanzartige Vertiefungen oder dergl. der Gyps sich haltbar mit demselben vereinigt. Handelt es sich um fein verzierte Gußartikel, so zieht der Erfinder vor, das von Messing ausgearbeitete Original-Modell selbst mit Gyps zu hintergießen und es fest mit dieser Gypsunterlage zu verbinden, so daß der Gyps dann nur die Scheidungsflächen zu bilden hat.

2) Beim Formen massiver nicht mit ebener oder vertiefter Hinterfläche versehener Gegenstände — welche dem in Bd. IX, S. 602 erörterten Falle 2 angehören — ist der Gebrauch zerschnittener (zweitheiliger) Modelle sehr allgemein. Hetherington und Dugdale (Polytechn. Journ. Bd. 136, S. 343) haben dazu die Verbesserung angegeben, daß die zwei Modellhälften mit ihren Schnittflächen auf Vorder- und Rückseite eines Brettes durch Leim oder Stifte befestigt werden — natürlich in genau korrespondirender Lage einander gegenüber. Legt man dieses Brett zwischen zwei Formkästen, so können diese letzeren einer nach dem andern mit Sand vollgestampft werden, der die Eindrücke vom Modell annimmt und dessen ebene Scheidungsflächen sich glatt und genau an dem Brette bilden: wird dann das Brett herausgenommen und werden die zwei Formkästen direkt auf einander gesetzt, so hat man die fertige Form. Daß auf dem Brette auch die nöthigen Erhöhungen zur Bildung der Eingußrinnen und Windpfeifen angebracht werden, versteht sich von selbst. In dieser einfachsten Gestalt unterliegt die Methode einigen praktischen Schwierigkeiten. Erstens ist es schon nicht leicht, die Hälften des Modells in der erforderlichen genauen Lage zu einander auf dem Brette anzubringen; zweitens kann das Brett sich ein wenig werfen und dadurch seine ebene Fläche verlieren; drittens ist ein bereits zweitheilig angefertigtes Modell nöthig und wo dieses nicht, sondern nur ein im Ganzen gemachtes Modell vorläge, könnte man dieses nicht erst zerschneiden, weil durch den Sägenschnitt, selbst wenn er mit höchster Genauigkeit auszuführen wäre, ein gewisser Theil seiner Dicke verloren gehen würde: man wäre also in diesem Falle genöthigt, zwei ganz gleiche Modelle herstellen zu lassen, von jedem die Hälfte (oder überhaupt das Nöthige bis zur

Theilungsfläche) wegzuarbeiten und die übrig bleibenden Theile auf dem Brette anzubringen. Um allen diesen Uebelständen auszuweichen, modifiziren die Erfinder ihr Verfahren auf folgende Weise: das (unzerschnittene) Original-Modell wird zuerst in Sand eingeformt wie gewöhnlich — Bd. IX, S. 602 unten; — dann bringt man zwischen die auf einander zu setzenden zwei Formkästen eine Einfassung, welche durch eine Lage Formsand, durch schmale Platten oder Streifen von Thon, ja durch Holzleisten gebildet werden kann und vermöge ihrer Dicke oder Höhe die Scheidungsflächen der zwei Sandformhälften um eine bestimmte Größe von einander entfernt hält. Wird unter diesen Umständen Metall eingegossen, so bildet dies nothwendig eine Platte von einer dem eben erwähnten Abstande gleichen Dicke, auf den beiden Flächen mit den Erhöhungen versehen, wie sie den zwei Theilen des Modells angehören; diese Platte wird in der Folge als Modell zum Einformen nach anfangs beschriebener Weise benutzt. Hierbei kann eine bedeutende Ersparniß an Arbeitszeit noch dadurch erreicht werden, daß man nach Maclaren (Polytechn. Journ. Bd. 136, S. 345) beide Formkästen, zwischen welchen die Platte liegt, gleichzeitig mittelst einer hydraulischen Presse formt.

3) Zum Formen von **Kugeln** mittelst unzerschnittener Modelle ist von Jobson folgendes Verfahren angegeben (Polytechn. Journ. Bd. 142, S. 418). Eine Anzahl Kugelmodelle wird in passende runde Löcher einer Platte gelegt, deren Dicke gleich dem Halbmesser der Kugeln ist und die auf einer andern ebenen Metallplatte liegt. Oberhalb der Löcherplatte muß genau die Hälfte jeder Kugel hervorragen. Man formt nun Sand in einem auf das Löcherbrett gestellten Kasten, wodurch die vorstehende Hälfte sämmtlicher Modelle mit Sand umgeben wird, und hebt dann diesen Kasten ab: auf diese Weise können beliebig viele Kästen geformt werden, welche z. B. die Untertheile eben so vieler Kugelformen bilden sollen. Um dazu die genau korrespondirenden Obertheile darzustellen, wird eine ebene Platte ohne Löcher auf die aus der Löcherplatte hervorragenden Kugelmodelle gelegt, alles zusammen umgewendet (wodurch die neue Platte unter die Löcherplatte zu liegen kommt), die vorher unten gewesene ebene Platte beseitigt, und ferner wie vorher verfahren. Es bedarf kaum der Erwähnung, daß das Umwenden der Löcherplatte mit den in ihr liegenden Modellen nicht wegen der Gestalt der Kugeln, sondern

einzig wegen deren Lage zu einander und zu dem Formkasten, nöthig ist.

4) Das Prinzip des vorstehend beschriebenen Verfahrens haben Hetherington und Dugdale (Polytechn. Journ. Bd. 136, S. 344) auf das Formen von zylindrischen und ähnlichen runden Modellen angewendet, indem sie ein solches Modell in einem Brette mit angemessener Oeffnung derartig lagern, daß genau die Hälfte seiner Dicke darüber hervorragt, die Ränder der Oeffnung aber an das Modell sich anschließen. Ein auf das Brett gestellter Formkasten kann dann mit Sand vollgestampft werden, um die halbe Form zu bilden. Hierzu kommt aber noch die ganz eigenthümliche Einrichtung, daß nach beendigtem Formen das Modell mittelst einer Kurbel um seine Achse (allenfalls wechselweise in entgegengesetztem Sinne) gedreht werden kann: der Zweck hiervon ist durch die Reibung des Modells an der Sandform die letztere zu glätten, wobei zugleich der Nutzen erreicht werden mag, daß nachher das Modell sich beim Ausheben leichter vom Sande löset.

5) Ueber das Einformen der Schienenstühlchen für Eisenbahnen ist Muir im Polytechn. Centralbl. 1856, S. 980 oder Polytechn. Journ., Bd. 140 S. 337, und James im Polytechn. Journ., Bd. 145 S. 339 nachzusehen; desgleichen ein mechanischer Apparat hierzu von Jobson in Armengaud's Génie industriel, XII. 169, daraus im Polytechn. Journ. Bd. 143, S. 92.

6) Lange Stücke mit durchgehends gleichem Querschnitte, z. B. gerippte Balken und dergleichen erfordern nicht nothwendig ein Modell von der vollen Länge des Gusses, sondern können in einem stehenden Formkasten mit einem kurzen Modellstücke geformt werden, welches nach Maßgabe des fortschreitenden Sand-Einstampfens stufenweise in die Höhe gezogen wird, jedoch natürlich so, daß ein ziemlicher Theil desselben noch in dem bereits geformten Hohlraume steckt.

7) Eine Preßschraube mit gut gebildeten flachen Schraubengängen kann in einem zweitheiligen Kasten nicht nach der gewöhnlichen Weise geformt werden, weil das Modell beim Ausheben (zufolge der an beiden Seiten in entgegengesetzter Richtung sich abbeugenden Gewindgänge) Theile des Sandes mitnehmen würde. Es empfiehlt sich, um diesen Uebelstand zu beseitigen, die Methode von Bowser (Polytechn. Centralbl. Bd. 3, 1844, S. 391; Polytechn. Journ. Bd. 92, S. 429),

wonach das Schraubenmodell zwar wie ein glatter Zylinder zwischen zwei Formkasten eingeformt wird, jedoch so, daß der Kopf herausragt. Um auch den Kopf einzuformen, wird dann ein dritter Kasten vor der betreffenden Oeffnung der ersten beiden angesetzt. Soll hierauf das Modell aus der Form entfernt werden, so nimmt man zuerst den erwähnten dritten Kasten weg, und schraubt die Schraube — indem man deren Kopf mittelst eines Schlüssels oder dergleichen umdreht — zwischen den beiden anderen Kästen (während diese zusammengesetzt bleiben) heraus.

8) Verzahnte Räder werden gewöhnlich mittelst hölzerner oder eiserner Modelle eingeformt, an welchen sich die vollständige Verzahnung befindet. In der Nabe ist kein Loch, im Gegentheile trägt dieselbe zwei zylindrische Zapfen, welche in der Sandform gleichgestaltete Vertiefungen erzeugen um in diese vor dem Gusse die Enden eines (zur Aussparung des Nabenloches dienenden) Lehmkernes zu stellen. In den Sand des Unterkastens wird der Radkranz vollständig, d. h. mit seiner ganzen Höhe oder Dicke, eingesenkt; die Gesammtheit der Speichen aber nur so weit, daß ihre oberen Rippen und der die obere Speichenfläche überragende Theil der Nabe unbedeckt bleiben: diese letzterwähnten Theile sind die einzigen, welche sich im Oberkasten abformen und können als lose Stücke an das Modell angesetzt sein, wodurch das Ausheben erleichtert wird.

Für große Räder mit starken Zähnen gibt es Verfahrungsarten und Vorrichtungen, durch welche man die Nothwendigkeit eines vollständig verzahnten Modelles, ja sogar das Erforderniß eines Modelles überhaupt, umgeht.

a) Nach Chapelle (Description des Brevets expirés, Tome 62, p. 201; Armengaud Génie industriel, II. 250; Polytechn. Journ. Bd. 123, S. 411) wird ein glattrandiges Radmodell angewendet, welches die Nabe, die Speichen und den Kranz ohne Zähne enthält; außerdem sind zwei kammartige Modelle erforderlich, jedes bestehend aus einem kleinen Kreisbogenstücke von Eisenblech, woran 3, 4 oder mehr Zähne sitzen. Wenn das Radmodell eingebettet im Sande des Unterkastens liegt, setzt man die erwähnten beiden Kämme neben einander auf dem äußern Umkreise seines Kranzes an, formt deren Zähne durch Eindrücken von Sand gehörig ein, hebt den links liegenden Kamm allein wieder aus, fügt ihn rechts an den andern und formt seine Zähne hier abermals

ein: auf diese Weise rückt man schrittweise rund um den Kranz des Modells fort bis der Zahnkreis vollendet ist.

b) Nach Sonolet (l'Industriel, par Christian, Tome 3, p. 183) ist das Modell zwar ebenfalls ein glattrandiges Rad, aber von einer Kranzbreite, welche die Zahnlänge und noch einen gewissen Ueberschuß in sich schließt. Wenn dieses Modell eingeformt und wieder ausgehoben ist, setzt man am größten Umkreise der ringförmigen Vertiefung ringsum Kern von fettem Sande ein, welche nach dem Mittelpunkte hin gerichtet die Gestalt der Zahnlücken darbieten, folglich zwischen sich leere Stellen genau von Gestalt und Größe der Zähne lassen. Diese Kerne werden, damit sie völlig gleich und regelmäßig ausfallen, in einer metallenen Form (einem sogenannten Kernkasten) verfertigt.

c) Ferrouilh (Bulletin d'Encouragement, 52. Année 1853, p. 693; Polytechn. Journ. Bd. 131, S. 430) hat das vorstehende Verfahren in der Art modifizirt, daß die Sandkerne in dem Formkasten selbst einer nach dem andern gebildet werden. Im Mittelpunkte des Kastens ist ein stehender Zapfen angebracht, um welchen ein horizontales Lineal sich im Kreise herumführen läßt, so daß es successiv die Lage beliebiger Halbmesser des Rades einnehmen kann. An diesem Lineale ist eine gabelartige kleine Form befestigt, in deren Ausschnitt durch Eindrücken von Sand ein Kern von Gestalt der Zahnlücke gebildet wird. Die schrittweisen Fortrückungen des Lineals, also der Kernform, werden mit Hülfe eines eingetheilten Kreisbogens gehörig abgemessen, auf dem das äußere Ende des Lineals weiterzuschieben ist.

d) De Louvrié (Génie industriel XI. 63; Polytechn. Centralbl. 1856, S. 977; Polytechn. Journ. Bd. 141, S. 23) setzt ebenfalls Kerne für die Zahnlücken ein, und nimmt dabei einen Kreistheilapparat zu Hülfe, welcher zwar weit zusammengesetzter ist als der unter c angedeutete, dagegen aber für alle Zähnezahlen gebraucht werden kann. Er bildet ferner die Ringvertiefung für den Radkranz ohne Modell, durch Herausdrehen des Sandes mittelst einer im Kreise herumgeführten Schablone. Auf gleiche Weise wird in Betreff der Nabe des Rades verfahren. Die Rippen der Speichen werden durch Einsenken auf der Kante stehender Brettchen, die Speichen selbst im Uebrigen durch Ausschneiden des Sandes zu beiden Seiten jener Brettchen geformt.

e) Jackson's Methode (Deutsche Gewerbezeitung 1856, S. 346) ist eine Verbesserung der unter a angegebenen. Der (kreisrunde) Formkasten, in welchem anfangs nur eine flache den Boden bedeckende Sandbettung gemacht ist, steht auf einem um senkrechte Achse drehbaren Tische, der mittelst Schraube ohne Ende um bestimmte — der Zähnezahl entsprechende — Theile schrittweise gedreht werden kann. Das kammähnliche Kreissegment mit 4 Zähnen wird durch eine mechanische Vorrichtung in den Formkasten herabgelassen, wo man die Zahnlücken mit Sand ausstopft; dann durch dieselbe Vorrichtung wieder ausgehoben, um nach dem nun folgenden Weiterdrehen des Kastens von Neuem herabgelassen und eingeformt zu werden. Ist auf solche Weise rundum verfahren, so hat man den Zahnkreis vollendet, aber innerhalb desselben ist der ganze Raum noch leer; es werden nun Kranz, Nabe und Speichen dadurch erzeugt, daß man in den genannten Raum Sandkerne von geeigneter Gestalt einbringt, welche jene Theile für den Guß aussparen.

9) Sehr kleine Gußstücke werden vortheilhaft in großer Zahl auf ein Mal eingeformt. So kommen z. B. gegossene Schuhzwecken vor, zu welchen das Modell aus einem geraden breiten Stäbchen für die Hauptgußrinne, mehreren anderen rechts und links rechtwinkelig davon ausgehenden vierkantigen Stäbchen für die Zweigrinnen, und vielen an letzteren — wieder rechtwinkelig und zu beiden Seiten — mit den Köpfen sitzenden Zwecken besteht, so daß das Ganze nach Art mehrerer vereinigter doppelter Rechen oder Kämme aussieht. Fig. 18 (Taf. 63) zeigt in wirklicher Größe Ansicht und Durchschnitt von einem kleinen Stücke des Stäbchens a mit daran sitzenden Zwecken; die Anzahl der letzteren beträgt 60 oder mehr an jeder Seite, wozu a wenigstens 12 Zoll lang sein muß. Zum Formen dient ein zweitheiliger niedriger Kasten, von dem jeder Theil die Hälfte vom Eindrucke der Stäbchen sowie sämmtlicher Nägel aufnimmt; durch eine im Durchschnitte von der Nagelspitze m nach der Nagelspitze n gezogene Linie würde demnach die Lage der Scheidungsfläche der zwei Formtheile in Bezug zum Modelle angezeigt werden.

Kleine eiserne Schrauben (Holzschrauben) werden nach Modellen gegossen, welche man (um Gußnäthe auf den Gewinden zu vermeiden) rechtwinkelig gegen die Sandoberfläche in den Sand des Unterkastens einschraubt und ebenfalls durch schraubende Bewegung

wieder herausschafft. Der Sand im Oberkasten bildet eine ebene Deckfläche für den Unterkasten und bekommt nur die kleinen rippenartigen Erhöhungen, welche auf den Köpfen der Schrauben die Spalte oder Einschnitte zum Einsetzen des Schraubenziehers aussparen. Da das Ein- und Ausschrauben der Modelle, wenn es mit jedem einzeln geschehen müßte, viel zu zeitraubend sein würde, bedient man sich hierzu einer mechanischen Vorrichtung, welche alle Schraubenmodelle eines Formkastens zugleich umdreht (s. Polytechn. Journ. Bd. 105, S. 249 und Description des Brevets pris sous le régime de la loi de 1844, Tome 10, p. 171.)

10) Röhren. — Gegossene eiserne Röhren (meist 6 bis 9 Fuß lang und 3 bis 6 Zoll oder darüber im Lichtenmaße weit) werden zu Wasser- und Gasleitungen in großer Ausdehnung angewendet; es ist daher nicht zu verwundern, daß vielfältige Bemühungen darauf gerichtet worden sind, das Einformen derselben zu erleichtern, ökonomischer und besser auszuführen. Die Röhrenformen werden von magerem Sande gemacht, die Kerne dagegen von fettem Sande oder von Lehm. Die angewendeten Formkasten sind gewöhnlich gußeiserne und der Sandersparniß halber, sowie wegen des hiermit verbundenen Zeitgewinnes beim Formen, rund, d. h. aus zwei halbzylindrischen Schalen zusammengesetzt, welche vereinigt einen hohlen Zylinder von solcher Weite bilden, daß rund um das Modell nur etwa 1½ Zoll dick Sand Platz hat. Die Kerne bedürfen, bei ihrer beträchtlichen Länge und verhältnißmäßig nicht großen Dicke, jedenfalls einer Steifung im Innern, selbst wenn sie aus Lehm gemacht sind. Deshalb schließt man bei dünnen Kernen eine Eisenstange ein, längs welcher ein starker Draht hergelegt wird; indem man letztern vor dem Trocknen wieder herauszieht, erzeugt sich ein Kanal von einem Ende zum andern, durch den die verdunstende Feuchtigkeit Ausgang findet. Kernen von größerer Dicke (zu dreizölligen und weiteren Röhren) gibt man zur Grundlage statt der Stange ein in seiner Wand mit sehr vielen kleinen Löchern versehenes Rohr von Eisenblech oder Gußeisen, auf welches Lehm oder fetter Sand in einer nicht zu starken Lage aufgetragen wird. Ein anderes Mittel, die nöthigen Ausgänge für die Feuchtigkeit zu schaffen, besteht darin, daß man eine Eisenstange von kreuzförmigem Querschnitte anwendet, ein Schraubengewinde auf dieselbe schneidet (wodurch nur die Kanten der vier Rippen eingezackt werden) und in

diesem Gewinde einen Eisendraht herumwickelt; diese Anordnung bietet zufolge der gitterartigen Drahtbekleidung so vermehrte Anheftungspunkte dar, daß selbst magerer Sand darauf festsitzt, man also das Trocknen der Kerne erspart.

Die Verfertigung der Sandkerne geschieht in einer hohlen zweitheiligen (hölzernen, besser aber gußeisernen) Form, einem sogenannten Kernkasten, in dessen Mitte die eiserne Stange oder Röhre angebracht wird, worauf man rings um diese den vorhandenen Raum mit Sand vollstampft. Um den Kern herauszuschaffen, wird der Kasten auseinander genommen. Newton ließ sich 1849 in England eine Maschine patentiren, mittelst welcher die Kerne in einem viertheiligen Kernkasten durch starke Kompression der auf ein Mal eingefüllten Sandmenge gebildet werden (Polytechn. Journal, Bd. 118, S. 352). Lehmkerne werden vermittelst einer Schablone — eines an seiner Kante nach dem Kernprofile gestalteten und zugeschärften Brettes von der Länge des Kerns — abgedreht, indem man sie vor der angelegten Schablone in Bewegung um ihre Achse setzt; auch für sehr fetten Sand ist dieses Verfahren anwendbar, wobei der Kernkasten erspart wird. Stewart (Polytechn. Centralblatt 1850, S. 1476; Polytechn. Journal, Bd. 119, S. 99) hat einen Apparat erfunden, um mehrere — z. B. zehn — Kerne in demselben Gestelle nach einander abzudrehen und sie dann — sammt diesem als Wagen eingerichteten Gestelle — in die Trockenkammer zu fahren.

Um eine recht solide Lagerung der Kerne in den Sandformen zu sichern, läßt man ihre Enden zweckmäßig auf eisernen Krücken, wie Fig. 19 (Taf. 63), ruhen, welche mit ihrem Stiele in den Sand eingesteckt und vollständig versenkt werden.

Was das Formen der Röhren, abgesehen von dem Kerne, betrifft, so sind folgende Methoden zu bemerken:

a) Das Modell ist ein Körper von der äußern Gestalt der Röhre — aus Holz und dann massiv, oder aus Gußeisen und der Leichtigkeit wegen hohl — jedenfalls durch einen Längenschnitt in zwei gleiche Theile zerlegt. Das Einformen geschieht in diesem Falle mittelst flacher Formkasten, genau so, wie im Hauptwerke Bd. IX. S. 602 für eine Kugel angegeben worden ist.

b) Das unter 4. angegebene Verfahren mit einem massiven unzerschnittenen, um seine Achse zu drehenden Modelle ist zum Formen der Röhren ganz geeignet.

c) Halbe Röhrenmodelle können mit großem Zeitgewinn und mit Vortheil für die Güte der Form dadurch geformt werden, daß man sie mittelst einer starken Hebel- oder Schraubenpresse in den mit Sand vorläufig gefüllten Kasten einpreßt. Hierzu gibt es verschiedene Maschinen. Eine in England auf Newtons Namen patentirte findet sich sehr unvollkommen abgebildet und dürftig beschrieben im Polytechn. Journal Bd. 118, S. 352. Wesentlich verschieden ist die von Waltjen in Bremen, welche wir auf unserer Taf. 63, Fig. 1 bis 5, im zwölften Theile des wirklichen Maßes dargestellt haben.

Um die Einrichtung der Röhrenformmaschine für's Erste übersichtlich kennen zu lernen, denke man sich in Fig. 2, Taf. 63, aa als die Wangen eines Kastens von der Länge des zu formenden Rohres plus einer Verlängerung für Kernmarken und Einguß; c sei das Modell des Rohres, zur Hälfte aus einem zweiten Kasten bb (Kolben genannt) hervorragend und von diesem an den Seiten in gleicher Breite genau umgeben. Der Kolben b schließt mit seiner äußern Fläche genau an die innere Fläche des Kastens a, dessen Endstücke durch die Endböcke der Maschine dargestellt werden. Die obere Fläche des Kolbens bildet nachher die Theilungsfläche zwischen den beiden halben Röhrenformen. Der Kolben ruht auf einem Tische und kann sammt diesem mittelst mechanischer Vorrichtung (in vorliegender Zeichnung durch Schnecken und Schrauben) innerhalb des äußern Kastens aa auf und nieder bewegt werden. Außerdem aber kann das Modell, welches auf einem zweiten Tische (Modelltisch genannt) ruht, unabhängig von jener Bewegung durch mechanische Mittel (hier durch Exzentriks) innerhalb des Kolbens heruntergezogen und genau wieder in seine erste Lage zurückversetzt werden.

Haben alle erwähnten Bestandtheile die in Fig. 2 angezeigte Lage, umhüllt man alsdann das Modell c gleichmäßig mittelst einer Schablone mit Formsand, befestigt auf dem Kasten aa einen halbrunden Formkasten d, bewegt ferner Kolben, Modell und Sandmasse in die Höhe bis die Oberfläche des Kolbens b in eine Ebene mit der Oberfläche des Kastens a gelangt; so wird dadurch der Sand von unten in den Formkasten gepreßt, wobei die halbe Gestalt des Rohrmodells sich darin abdruckt.

Zieht man alsdann das Modell c herunter, während der Kolben b in seiner Lage bleibt, löset ferner den Formkasten und nimmt ihn ab; so findet man die halbe Sandform für das Rohr vollendet.

Wir gehen nun zu genauerer Erklärung der Maschine, mit Hülfe der Zeichnungen, Fig. 1 bis 5 auf Taf. 63, über. Fig. 1 ist zur Hälfte (links des Beschauers) ein vertikaler Längendurchschnitt, zur andern Hälfte (rechts) ein Aufriß; Fig. 2 ein senkrechter Querdurchschnitt nach AB der Fig. 1; Fig. 3 ebenso nach CD.

Die feststehenden Bestandtheile sind: die Wangen aa des äußern Kastens, die Seitenböcke l,l, die Endböcke y,y und die Grundplatte k k mit darauf ruhenden Lagern für die Schneckenwelle; alle diese Theile sind solid mit einander verbunden.

Die beweglichen Stücke, durch Hand oder Dampfkraft getrieben, sind: das Schwungrad p (Fig. 1), welches direkt die Welle q mit den vier Schnecken oder Schrauben ohne Ende m,m und durch diese vier Paar stehender Schraubenspindeln, wie h,h — woran die hierzu dienlichen Schraubenräder i,i — umdreht;

ferner der Tisch g,g, welcher durch Einwirkung der Spindeln h auf ihre Muttern z gehoben oder gesenkt wird, je nachdem man das Schwungrad p rechts oder links umdreht.

Von je zwei zusammengehörigen (durch eine gemeinschaftliche Schnecke m getriebenen) Schraubenspindeln h hat die eine ein rechtes, die andere ein linkes Gewinde (s. Fig. 2), damit die Bewegung der Muttern z,z in übereinstimmendem Sinne erfolgt. Außerdem sind zwei der Schnecken (die in Fig. 1, Durchschnitt, sichtbaren) mit linkem Gewinde, die andern beiden mit rechtem Gewinde versehen, um den Achsenschub der Welle q aufzuheben.

Mit dem Tische gg verbunden, und also mit ihm zugleich beweglich, sind der Kolben bb, die in Lagern des Tisches drehbare Exzentrikwelle t, der Modelltisch f und das auf diesem festliegende Modell c. Die Welle t enthält sechs exzentrische Scheiben, wie o,o, deren jede von einem Ringe einer Zugstange ww umschlossen wird, so daß bei Umdrehung der Welle t (mittelst ihres Handrades x, Fig. 1) diese Stangen den mit ihnen zusammenhängenden Modelltisch f heben und senken, unabhängig von der Stellung des Tisches g und Kastens b.

Durch die mit Flügelmuttern versehenen Schrauben e,e kann man die Hälfte dd eines runden Formkastens auf den Stangen aa, so befestigen, daß derselbe einem großen von unten nach oben Statt findenden Drucke Widerstand zu leisten vermag. Ein Holzrahmen r, die Schablone (s. Fig. 4 und 5), dient als Maß für den Sand, um das

Modell gleichmäßig zu umhüllen; derselbe ist oben mit einem Schlitze versehen, um durch diesen den Sand einzufüllen, wonach das Ueberflüssige mittelst eines Abstreichholzes s beseitigt wird.

Die Arbeit des Röhrenformens mittelst dieser Maschine geht folgendermaßen vor sich. Die verschiedenen beweglichen Bestandtheile mögen die Lage wie in den Zeichnungen haben, d. h. der Tisch g g nebst Kolben b b befinde sich auf seinem niedrigsten, dagegen der Modelltisch f mit dem Modelle c — in Beziehung zum Tische g — auf seinem höchsten Standpunkte. Nun legt man zuerst den Holzrahmen rr (Fig. 5) auf den äußern Kasten aa, füllt Sand ein (s. bei φ in Fig. 1, 3, 5), streicht den überflüssigen mittelst des Holzes s ab, nimmt den Rahmen r weg und ersetzt ihn durch den eisernen halben Formkasten d, befestigt diesen mittelst der (vorher wie in Fig. 5 niedergeklappten, nun um ihre Drehbolzen in die Höhe gebrachten) Schrauben e,e; dreht dann das Schwungrad p, bis eine am Tische g befindliche Bremse die Weiterbewegung hemmt und dadurch den Hub des Tisches bestimmt. Durch diese Bewegung wird der Sand mittelst des Kolbens bb, das Modell c umgebend, mit genügender Kraft in den halben Formkasten d gepreßt. Ist der Druck geschehen, so zieht man durch eine halbe Umdrehung der Welle t, mittelst des Rades x, den Modelltisch f und das Rohrmodell c herunter, während der Kolben b in seiner gehobenen Stellung bleibt und eine Stütze für den Sand bildet, damit die Kanten der Sandform nicht ausbröckeln. Auf ähnliche Weise wird an jedem Ende die scharfe Sandkante an der Kernmarke durch eine Feder wie u (Fig. 1, links) erhalten, wenn das Modell aus der Form gezogen wird. Nachdem man schließlich die Flügelmuttern der Schrauben e,e gelöset, letztere selbst um ihre Drehpunkte hinuntergeschlagen hat, kann der Formkasten d abgehoben werden.

Hierauf ist das Modell vermöge der Exzentrikwelle t wieder auf seinen höchsten Punkt zu heben, mittelst Umdrehung des Schwungrades p der Tisch gg zu senken, kurz alles in die anfängliche Lage zu bringen, damit man durch Wiederholung des beschriebenen Verfahrens die zweite halbe Form herstellen kann.

d) Die Herstellung der Röhrenformen in zwei Hälften, welche nur erst zum Gusse vereinigt werden, gewährt den unläugbaren Vortheil, daß Fehler beim Einformen sicher vermieden oder wenigstens die zwei Theile der Form gut nachgesehen und ausgebessert werden können;

allein sie ist zeitraubend, mühsam und hat zwei Gußnähte auf der Außenseite der Röhre zur Folge, die, wenn auch nicht schädlich, doch gern vermieden werden. Diese Umstände sind Veranlassung gewesen, daß man mancherlei Methoden erfand, um die Röhrenform im Ganzen anzufertigen. Der eiserne runde Formkasten (S. 627) wird zu diesem Behufe in geschlossenem Zustande (d. h. beide Hälften vereinigt) aufrecht gestellt, in der Achsenlinie desselben das unzerschnittene (hohle oder massive) Modell eingesetzt und der Raum zwischen Modell und Kasten von oben mit Sand gefüllt. Letzterer kann mit der Hand eingeworfen und mittelst einer hölzernen Stange zusammengestampft werden. Stewart hat jedoch hierzu eine sehr schöne Maschine angegeben (Polytechn. Journal, Bd. 104, S. 245). Ueber das im Formkasten stehende Modell wird ein darauf passendes Rohr von dünnem Eisenblech hinabgeschoben, welches am untern Ende zwei Flügel in Gestalt von Bruchstücken zweier Schraubengänge trägt. Diese Flügel reichen bis an die Wand des Formkastens. Indem nun von oben Sand eingeschüttet und zugleich das Rohr mittelst Räderwerk auf dem unbeweglich stehenden Modelle umgedreht wird, schieben und drücken die Flügel den Sand abwärts, pressen ihn zusammen; während sich so der ringförmige Raum zwischen Modell und Formkasten allmählig füllt, ist das Rohr mit den Flügeln aufzusteigen genöthigt, bis es endlich oben ganz aus dem Formkasten heraustritt.

e) Nach der unter 6 gegebenen Andeutung kann ein kurzes Modell zum Formen beliebig langer Röhren dienen. Eine auf dieses Prinzip gestützte Maschine hat Sheriff angegeben (Polytechn. Journal, Bd. 137, S. 19). In dem senkrecht aufgerichteten, wie unter d aus zwei Theilen schon zusammengesetzten Formkasten steht als Achse eine umzudrehende Stange, an welcher sich ein Kolben von eigenthümlicher Bauart befindet. Er ist im Durchmesser so viel kleiner als die Weite des Formkastens, daß zwischen beiden der nöthige Raum für den Sand bleibt; enthält vier schräg gestellte konische Rollen oder Walzen, welche den von oben eingeworfenen und durch Oeffnungen des Kolbens seitwärts herausfallenden Sand zusammenpressen. Der unter diesen Rollen befindliche zylindrische Theil des Kolbens dient als Modell, welches sich nicht nur mit der Achse dreht und dadurch die Innenfläche der entstehenden Sandform glättet (vergleiche oben 4.), sondern auch in dem Maße, wie die Sandfüllung zunimmt, längs der Achse in die Höhe steigt.

Hiermit verwandt ist die Röhrenformmaschine von Elder (Polytechn. Journal, Bd. 140, S. 272); jedoch dreht sich bei dieser der als Modell dienende Kolben nicht, und das Eindrücken des Sandes geschieht durch einen eisernen Ring, welcher mittelst exzentrischer Scheiben einer horizontalen Welle gehoben und niedergelassen wird, also stampfend wirkt.

f) Auf gänzliche Ersparung des Modells ausgehend, hat Harrison (Bulletin du Musée de l'industrie, par Jobard, Tome 7, Bruxelles 1845, p. 27) folgenden Weg eingeschlagen. Der Sand wird mit freier Hand in die zwei Theile des Formkastens eingeschlagen, so daß er die erforderliche Auskleidung derselben bildet. Nach dem Zusammensetzen des Kastens bleibt eine Höhlung beinahe von der Weite der gewünschten Röhrenform. Man führt nun eine Schablone ein und vollendet durch Umdrehung derselben die Ausbildung des Hohlraumes; die Schablone besteht aus einem schmalen, an einer seiner langen Kanten nach dem äußern Profil der Röhren zugeschnittenen Brette, welches mit Zapfen an seinen Enden in Löchern an beiden Enden des Formkastens drehbar gelagert ist.

g) Endlich ist der gelungene Versuch Stewarts zu erwähnen, ohne Modell und ohne Schablone Röhrenformen dadurch herzustellen, daß man den stehenden geschlossenen (d. h. aus seinen zwei Theilen zusammengesetzten) Formkasten gänzlich mit Sand vollstampfte, dann aber mittelst einer Bohrmaschine die zylindrische Höhlung ausbohrte, in welche schließlich der Kern eingebracht wurde. Der betreffende Apparat war auf der Londoner Industrieausstellung 1851 im Modelle zu sehen; eine gedruckte Beschreibung und Abbildung scheint nicht veröffentlicht worden zu sein.

11) Eine kannelirte Säule mit verziertem Kapitell. Die Säule mit ihrer schlichten runden Gliederung an der Basis würde wie jeder einfache runde Gegenstand (s. oben 2.) mittelst eines zweitheiligen Modells einzuformen sein, wenn der Schaft glatt wäre. Die Kannelirung aber macht dieß unthunlich, da sie beim Ausheben des Modells an mehreren Stellen unvermeidlich Sand mitreißt; und das Kapitell vermehrt noch die Schwierigkeiten. Wie man zum Ziele kommt, soll im Wesentlichen durch die Fig. 17 (Taf. 63) erläutert werden, unter welcher man sich einen senkrechten Durchschnitt des Formkastens quer durch die Säule vorzustellen hat. AA ist der Sand im

Oberkasten, BB desgleichen im Unterkasten, ab die Scheidungsfläche zwischen beiden. Nach derselben Ebene ab zerfällt auch das Säulenmodell zunächst in zwei gleiche Theile, von denen jeder auf die bekannte Weise für sich eingeformt wird. Nachher aber zerlegt man, um das Modell auszuheben, jede Hälfte wieder in drei Stücke, die obere in 1, 2, 3, die untere in 4, 5, 6. Damit diese Stücke beim Einformen richtig zusammenhalten, sind sie auf der Schnittfläche ab durch eingelassene Eisenbänder und Holzschrauben verbunden; soll nun zum Ausheben geschritten werden, so entfernt man Schrauben und Bänder, nimmt zuerst das Mittelstück (2 oder 5) fort und kann dann die beiden äußern Stücke seitwärts nach innen wegziehen. Von dem Kapitell wird angenommen, es sei sechsseitig und mit Blättern verziert. Unter dieser Voraussetzung enthält das Säulenmodell an der Stelle des Kapitells einen großen glatten sechsseitigen Block, wie der blaß schraffirte Raum in Fig. 17 andeutet. Beim Einformen der Säule bildet sich hierdurch eine sechsseitige Höhlung. Ferner hat man einen Kernkasten zur Kapitellverzierung, in welchem nach einander sechs gleiche keilförmige Stücke wie n,n . . . . aus Sand geformt werden; diese Stücke enthalten auf ihrer nach innen gekehrten Seite den Abdruck der Blätter und füllen, zusammen in die Hauptform eingesetzt, den vorerwähnten sechsseitigen Hohlraum derselben mit Ausnahme des mittleren Theils, in welchem der Abguß des Kapitells entstehen soll. Die Säule wird hohl gegossen und erhält demzufolge einen Kern, den man wie den Kern zu einer Röhre (s. 10.) in dem geeigneten Kernkasten aus Sand oder — da es auf Sauberkeit und Genauigkeit der Höhlung nicht ankommt — von freier Hand aus Lehm formt.

12) Ein Dampfmaschinen-Zylinder. — Auf Taf. 63 ist Fig. 11 ein vollständiger Aufriß des nach zz in zwei Theile zerschnittenen hölzernen Modells zu einem solchen Zylinder; Fig. 13 der Grundriß desselben, worin ein Theil der obern Flantsche FF abgebrochen erscheint, um darunter liegende Theile sehen zu lassen. Fig. 12 zeigt die Ansicht einer der beiden Modellhälften auf der Schnittfläche; zur Unterstützung der nachfolgenden Erklärung sind hier die den Kernen entsprechenden Theile durch Schraffirung ausgezeichnet, und es gibt folglich der nicht schraffirte Theil ein Bild von dem Längendurchschnitte des Gusses, worin die schraffirten Räume als Höhlungen auftreten. Fig. 14 ist der Aufriß eines Bruchstücks vom Zylinder, gerade

entgegengesetzt der Ansicht Fig. 12 und unter rechtem Winkel zu Fig. 11. Wäre das Modell massiv abzugießen, so beschränkte sich das Verfahren zur Herstellung der Gießform auf das Einformen der zwei Modellhälften in zwei Formkästen, wie es bei allen runden Gegenständen unter Anwendung zweitheiliger Modelle üblich ist (vergleiche im Hauptwerke Bd. IX. S. 602 das in Betreff einer Kugel Gesagte). Die verschiedenen nöthigen Höhlungen erfordern aber Kerne, welche besonders verfertigt und in die Sandform gelegt werden. Der Hauptkern A, dessen Lager a,a sind, hat die einfach zylindrische Gestalt und wird entweder aus Lehm gedreht oder aus fettem Sande so angefertigt, wie von den Kernen zum Röhrenguß (oben 10.) angeführt ist. B und B' in Fig. 12 zeigen die Gestalt der Kerne für die Dampfwege, von welchen einer in Fig. 15 gezeichnet ist; dieselben lagern mit b,b' im Sande der Form und werden mit x in den Hauptkern A eingefügt. Um sie herzustellen, umkleidet man ein gehörig gebogenes Stück Bandeisen mit Lehm, welchem man in einem hölzernen Kernkasten die richtige Gestalt gibt. Der Kern C (vergl. Fig. 16) spart den Kanal zur Abführung des gebrauchten Dampfes aus; er hat ein flach vierseitiges Lager c und ein zylindrisches c', welches durch die nach dem Abblaserohr führende Oeffnung herausragt; man bildet ihn in einem eigenen Kernkasten.

13) Töpfe und andere nicht zu große Gefäße werden nach der am meisten gebräuchlichen Art mit hohlen Modellen geformt und sind hinsichtlich ihrer Gestalt, so weit diese auf die Beschaffenheit und das Einformen der Modelle Einfluß nimmt, in drei Gattungen zu unterscheiden.

a) Das Gefäß verjüngt sich, sowohl innen als außen, von der Mündung nach dem Boden hin; d. h. es hat in der Tiefe nirgend weder einen innern noch einen äußern Durchmesser, der größer wäre als der innere oder äußere Durchmesser an der Mündung oder an irgend einer der Mündung näher liegenden Stelle. — Für diesen Fall (der z. B. bei den gewöhnlichen Kasserollen Statt findet) ist der Formkasten zweitheilig — Ober- und Unterkasten — und das Verfahren beim Einformen ganz so, wie es im Hauptwerke, Bd. IX. S. 606 in Betreff eines Leuchterfußes angegeben worden; jedoch wird das Gußloch (der Einguß) — weil der schwere Kern nicht hängen oder schräg stehen darf — auf dem Boden

des Gefäßes angebracht, indem man hier ein keilförmiges Modell mit einformt, das dann oben herausgezogen wird, während das Topfmodell nach unten aus der Sandfüllung des Oberkastens zu entfernen ist. — Sollen Henkel, Beine oder Stiele an die Töpfe gegossen werden, so formt man diese Nebentheile über hölzerne Modelle in Lehm oder fettem Sande, trocknet oder brennt diese (meist zweitheiligen) Formen und setzt sie beim Einformen auf der gehörigen Stelle an das Topfmodell, wo sie mit in den Sand eingeschlossen werden. Bei gewissen einfachen Gestalten der gedachten Nebentheile können die Modelle zu denselben an das Topfmodell angesetzt und mit demselben eingeformt, nachher aber durch das Innere des Topfes herausgezogen werden, bevor man diesen mit Sand füllt um den Kern zu bilden.

b) Das Gefäß verjüngt sich innerlich nach dem Boden zu, hat aber äußerlich seinen kleinsten Durchmesser nicht am Boden, sondern an irgend einer Stelle zwischen Boden und Mündung; z. B. ein Mörser mit Fußgesims. — Das Modell ist zweitheilig, nämlich rechtwinkelig gegen die Achse an jener Stelle zerschnitten, welche den kleinsten äußern Durchmesser hat; es läßt sich demnach in einen Hauptkörper und ein Bodenstück zerlegen. Der Formkasten ist dreitheilig; Unterkasten und Oberkasten von geringer Höhe, der Mittelkasten genau so hoch wie das ganze zusammengesetzte Mörsermodell. Auf dem Sande des Unterkastens ruht der Kern; der Oberkasten enthält in der Mitte das Gußloch und nöthigenfalls Windpfeifen. In dem Mittelkasten befindet sich nach Vollendung des Einformens das Modell völlig eingeschlossen, von welchem sich der Hauptkörper nach unten, das Bodenstück nach oben herausziehen läßt. Das Einformen wird wie im vorstehenden Falle (a) verrichtet; nur daß man, nach Anfüllung des zweiten oder mittleren Kastens noch den Oberkasten aufsetzen und mit Sand vollstampfen muß, und daß der Kern bequemer ohne Umkehrung des Mittelkastens, durch Ausstopfung des Modells von oben, nachdem man das Bodenstück abgenommen, gebildet werden kann.

c) Das Gefäß ist bauchig, d. h. in der Tiefe sowohl innerlich wie äußerlich von größerm Durchmesser als an der Oeffnung. — Das Modell zu Bauchtöpfen ist zweitheilig, nämlich durch einen Schnitt nach dem Lauf der Achsenlinie in seiner Mitte getheilt, so daß eine rechte und eine linke Hälfte entsteht; öfters ist auch überdies der Boden

als besonderes drittes Stück angesetzt. Der Kasten (s. Fig. 6 auf Taf. 87 des Hauptwerkes) ist viertheilig: ein Unterkasten, der den Kern trägt; ein Oberkasten, dessen Sandfüllung den Boden des Modells bedeckt, und sofern dieser gewölbt ist, den vertieften Abdruck desselben aufnimmt; endlich ein Mittelkasten von der Höhe des Modells und durch einen senkrechten Schnitt in eine rechte und eine linke Hälfte getheilt. Beim Einformen verfährt man wesentlich ebenso wie in den Fällen a und b. Zuerst wird nämlich das Modell mit seiner Oeffnung auf ein Formbrett gestellt, der Mittelkasten, beide Theile vereinigt, herumgesetzt und mit Sand vollgestampft; dann der Oberkasten aufgesetzt und gefüllt (wobei man den Keil a als Eingußmodell mit in den Sand einschließt; endlich das Ganze umgestürzt, auf den Mittelkasten der Unterkasten gestellt und ebenfalls angefüllt, wobei in der Höhlung des Modells der Kern sich bildet. Um das Modell auszuheben, muß man vor Allem die drei vereinigten Kästen umstürzen, damit der zuletzt geformte Unterkasten den untersten Platz einnimmt, zunächst den Oberkasten wegnehmen und hierauf den Mittelkasten in seine zwei Theile trennen, welche seitwärts in entgegengesetzten Richtungen abgezogen werden. Damit hierbei das Modell nicht folgt, hat man Sorge getragen, es so zu stellen, daß seine Schnittfläche die Schnittfläche des Kastens unter rechtem Winkel kreuzt. Der Sandkörper des Mittelkastens muß aber auch, der Schnittfläche des Kastens selbst entsprechend, sich leicht und rein zertheilen; deshalb hat jeder der zwei Theile dieses Kastens auf der Schnittfläche eine Eisenblechwand, in welcher ein dem Profile des Modells genau sich anschließender offener Raum ausgeschnitten ist. Nachdem, wie beschrieben, der Mittelkasten beseitigt worden, läßt sich vom Kerne des Unterkastens das Modell stückweise abnehmen: wie dann endlich das Wiederzusammenstellen der Form zum Gusse verrichtet wird, ergibt sich von selbst.

Das Einformen der Bauchtöpfe läßt mancherlei Modifikationen zu. Eine von der vorstehenden abweichende Verfahrungsart ist schon im Hauptwerke Bd. V. S. 111 angegeben worden; dabei werden die Blechwände im Innern des zweitheiligen Mittelkastens erspart, aber die Schnittfläche des Modells fällt mit jener des Kastens zusammen, wodurch große Behutsamkeit beim Auseinandernehmen der beiden Kastenhälften erforderlich wird, damit nicht das Modell sich verschiebt und hierdurch die Sandform beschädigt. Henkel an den Töpfen können nach

dieser Methode auf folgende einfache Weise geformt werden: die Henkel sitzen fest am Topfmodelle und der Schnitt des letztern halbirt auch den (oder die) Henkel, so daß ohne Weiteres in jeder Kastenhälfte die halbe Breite des Henkels vertieft sich abdruckt.

Brown (Polytechn. Journal, Bd. 149, S. 102) formt mit halben hohlen Topfmodellen in zwei Formkastentheilen nur die äußere Gestalt, macht den Kern besonders in einem Kernkasten und benutzt eine Hebelvorrichtung, um die Modelle der Topfbeine vom Innern des hohlen Körpers aus durch Löcher des Bodens zu schieben, und sie so in den außerhalb befindlichen Sand einzudrucken.

Inglis und Cowie (Polytechn. Journal, Bd. 140, S. 192; Polytechn. Centralblatt 1856, S. 982) formen mit einem unzerschnittenen Modelle die äußere Gestalt des Topfes, daneben abgesondert in einem zweitheiligen Kernkasten den Sand- oder Massekern, welcher schließlich in die erstere Form eingesetzt wird.

Page und Robertson (Polytechnisches Journal Bd. 142, S. 184; Polytechnisches Centralblatt 1856, S. 984) formen das Aeußere des Topfes mittelst einer mechanischen Vorrichtung in der Weise, daß in zwei mit Sand gänzlich vollgestampften halben Formkästen die gehörige Höhlung zuerst durch sich umdrehende eiserne Schablonen von der Gestalt des halben Tropfprofils ausgeschnitten oder vielmehr ausgeschabt, dann aber durch Einpressen des Modells vollendet wird. Den Kern verfertigen sie in einem zweitheiligen Kernkasten, indem sie die beiden Hälften dieses Kastens inwendig mit einer dünnen Sandlage auskleiden, sie dann über einem hohlen eisernen, mit vielen kleinen Löchern versehenen Kerne zusammenstellen und mittelst einer Schraube dagegen pressen: beim Wiederabnehmen des Kernkastens bleibt die Sandhülle auf dem eisernen Kerne sitzen, der so in die Gießform eingestellt wird.

14) Ein Gewichtstück mit Knopf. — Die Gestalt des Stückes (ein Zylinder, von dessen oberer Fläche sich in gedrückt birnförmiger Gestalt Hals und Knopf erheben, während auf der untern Grundfläche eine Höhlung zum Eingießen des Justirbleies hineingeht) läßt sich ihrem wesentlichen Karakter nach auf jene des Mörsers unter 13, b zurückführen; daher haben Modell und Formkasten eine völlig analoge Beschaffenheit wie dort. Das Modell ist durch einen Querschnitt an der dünnsten Stelle des Halses getheilt; der Mittelkasten ist

genau so hoch wie das Modell von seiner untern Grundfläche bis an den größten Durchmesser des Knopfes. Im Oberkasten formt sich demnach die obere Wölbung des Knopfes mit der darauf befindlichen Pfundeziffer; aus dem Mittelkasten kann der Knopf mit dem obern Theile des Halses nach oben, der Körper mit dem untern Theile des Halses nach unten ausgezogen werden. Die Höhlung des Gewichtstückes erfordert einen Kern, der aber wegen seiner Gestalt und seiner geringen Stärke nicht aus Sand im Modelle selbst, sondern aus Lehm in einem Kernkasten verfertigt wird. Man pflegt, um das Festsitzen des eingegossenen Bleies zu sichern, die Höhlung mit gereifter Wand herzustellen; entsprechend gereift muß demnach der Kern sein. Das Modell enthält auf seiner untern Grundfläche allerdings ein Loch, aber nur zum Einstecken eines hölzernen Zapfens, dessen hervorragender Theil im Sande des Unterkastens eine Vertiefung ausspart, worin man nachher den Lehmkern stellt. Der Einlauf des Eisens beim Gießen wird nach dem untern Rande des Gewichtstücks geleitet, wo die Spur des abgebrochenen Gußzapfens ohne Schaden für das Aussehen verfeilt oder abgeschliffen werden kann.

15) Der Preßzylinder zu einer hydraulischen Presse stellt sich, vermöge der Verengerung seines Hohlraumes an der Mündung — wenngleich er im Uebrigen zylindrisch ist — in eine Kategorie mit den Bauchtöpfen, 13, c; da jedoch die äußere Gestalt nicht bauchig ist, so braucht der Mittelkasten nicht getheilt zu sein; streng genommen würden auch Mittel- und Oberkasten in eins verbunden sein können, wenn nicht durch Trennung derselben das Einformen des ziemlich hohen Modells erleichtert und die Abstützung des freistehenden oberen Kernendes gegen die Formwandung durch dünne Eisenblechstreifen (sogenannte Kernreifen) möglich gemacht würde. Man sehe hierüber: Notizblatt des Hannoverschen Architekten- und Ingenieurvereins, 3. Bd. (1853) S. 60 und Polytechnisches Journal, Bd. 131, S. 207.

16) Ueber das Formen der eisernen Hohlgeschosse (Bomben, Granaten) ist zu dem im Hauptwerke Bd. V. S. 111—112 Angeführten Einiges nachzutragen. Page und Robertson haben ihr unter 13, c schon vorgekommenes Prinzip des Ausschabens und nachherigen Einpressens auch auf diesen Fall angewendet um die äußere zweitheilige Sandform herzustellen (Polytechnisches Centralblatt 1856, S. 986; Polytechn. Journal, Bd. 142, S. 187). Mallet gießt die Hohlkugeln

über einem — aus zwei oder mehreren Stücken zusammengesetzten — hohlen gußeisernen Kerne und läßt diesen im Gusse sitzen.

III. Lehmformerei.

Formen aus Lehm werden — wenn man von den Fällen absieht, wo einzelne Bestandtheile der Sandformen (namentlich Kerne) in Lehm hergestellt werden — fast ausschließlich dann gebraucht, wenn es sich um Verfertigung sehr großer und nur in einzelnen oder wenigen Exemplaren erforderlicher Gußstücke handelt, also die vorausgehende Anfertigung eines Modells von Holz oder Metall entweder auf praktische Schwierigkeiten stößt oder zu theuer sein würde. Ganz besonders sind es hohle Gegenstände, für welche die Lehmformerei zur Anwendung kommt. Kessel z. B. werden nach dem im Artikel Glocken des Hauptwerks (Bd. VII. S. 94) erläuterten Verfahren geformt. Außerdem gibt das, was in Bd. V. S. 116—117 und Bd. IX. S. 627—634 nachgelesen werden kann, vom Wesen der Lehmformerei einen genügenden Begriff. Folgendes möchte etwa noch zuzusetzen sein.

Einen verbesserten Drehapparat zu Lehmformen, mit stehender Spindel, von Bell, findet man beschrieben und abgebildet: Polytechnisches Centralblatt 1847, S. 1471; Kronauer, Technische Zeitschrift Bd. I. (1848), S. 61.

Im Allgemeinen beruht die Haupteigenthümlichkeit der Lehmformerei darin, daß ein Modell aus Lehm hergestellt wird, welches den zuerst angefertigten Kern zur Unterlage hat und durch seine eigene äußere Gestalt die richtige Beschaffenheit des darauf gebildeten Mantels herbeiführt. Von diesem Arbeitsgange weicht man indessen bei sehr großen Dampfmaschinen- und Gebläsezylindern in der Art ab, daß selbst nicht ein Mal das Lehmmodell nöthig ist. Es wird nämlich (Armengaud's Génie industriel, VII, 147; Polytechnisches Journal Bd. 132, S. 88) zuerst in der Formgrube ein zylindrischer Hohlraum ausgemauert, die Wandfläche desselben mit Lehmauftrag bekleidet und dieser mittelst einer im Kreise herumgeführten Schablone, welche mit einer in der Achsenlinie des Raums stehenden Spindel verbunden ist, gehörig abgedreht, wie die Außengestalt des zu gießenden Zylinders verlangt. Dann wird der schlicht zylindrische Kern, den man abgesondert aus Lehm gemacht und abgedreht hat, in jenen Mantel hinabgelassen und genau konzentrisch mit demselben festgestellt.

Ein Beispiel eines nicht hohlen Lehmgusses, wozu also nur die Anfertigung des Modells erforderlich ist, gibt die Schiffsschraube (für Schraubendampfschiffe), auf welche hier um so mehr Bezug genommen werden muß, als dabei die Eigenthümlichkeit vorkommt, daß die Schablone sich nicht nur um die stehende Spindel dreht, sondern zugleich auch längs derselben hinansteigt, um den Schraubengang zu bilden (s. Notizblatt des Architekten- und Ingenieurvereins für das Königreich Hannover, Bd. 2, 1853, S. 329; daraus im Polytechnischen Centralblatt 1853, S. 641 und im Polytechnischen Journal Bd. 128, S. 405).

Alle Lehmformen, wie die Sand- und Masseformen, können nur zu einem einzigen Abgusse gebraucht werden, da sie beim Ausnehmen des Gußstückes unvermeidlich beschädigt werden oder ganz zu Grunde gehen. Wollte man dies vermeiden und die Form für mehrmaligen Gebrauch konserviren, so müßte nicht nur ein den gewöhnlichen Lehm an Haltbarkeit übertreffendes Material gewählt, sondern auch die Form aus Stücken derartig zusammengesetzt werden, daß sie unbeschädigt vom Gusse abzunehmen wäre: Hoby und Kinniburgh (s. Polytechnisches Journal Bd. 131, S. 432; Polytechnisches Centralblatt 1854, S. 727) haben dies versucht, indem sie feuerfesten Thon mit ein Fünftel Sand oder Mehl von feuerfesten Ziegeln versetzt in Anwendung brachten, die daraus gemachten Formen mit Graphit oder Holzkohlenpulver — in Wasser, Bier oder Hefe angerührt — schwärzten und nach dem Zusammensetzen der Stücke die Fugen mit Lehm verstrichen.

IV. Schalenguß.

Unter Schalen versteht man hier Gießformen, welche selbst aus Gußeisen verfertigt sind. Sie gewähren den Vortheil, daß man in derselben Form beliebig viele Abgüsse schnell hinter einander machen kann; führen aber den großen Uebelstand mit sich, daß die gegossenen Gegenstände rauh von Oberfläche und sehr hart ausfallen, letzteres zufolge der Umwandlung in weißes Eisen, welche bei plötzlicher Abkühlung eintritt (s. im Hauptwerke Bd. V, S. 8). Schon die feuchten Sandformen bewirken ein solches Abschrecken und darauf gegründetes Hartwerden, jedoch beschränkt auf ein sehr dünnes Oberflächenhäutchen; in den die Wärme weit besser leitenden eisernen Formen reicht diese Wirkung tiefer hinein und selbst bei Stücken von 1/2 bis 1 Zoll Dicke

durch und durch, so daß mit der Härte auch die hohe Sprödigkeit des weißen Eisens sich in vollem Maße herausstellt. Es wird deshalb von eisernen Formen regelmäßig nur für solche Eisengußartikel Gebrauch gemacht, deren Bestimmung eine ungemein große Härte verlangt (Hartguß). In kupfernen Schalen, welche man neuerlich zum Gießen kleiner Gegenstände anwendet, wird — wegen der höhern Wärmeleitungsfähigkeit des Kupfers — die gehärtete Oberflächenschicht dicker und härter als, unter sonst gleichen Umständen, in eisernen.

Der bedeutendste Artikel von Hartguß sind die Walzen zur Blechfabrikation; über ihre Verfertigung kann man nachlesen: Karsten, Archiv für Mineralogie ꝛc. Bd. 7 (1834), S. 3; Verhandlungen des Vereins für Gewerbfleiß in Preußen, 1834 S. 66, 1836 S. 235; Polytechnisches Journal Bd. 82, S. 30, Bd. 139, S. 245. Adcock hat eiserne Formen angegeben, um Feilen — natürlich nur grobe einhiebige — zu gießen (Description des Brevets pris sous le régime de la loi de 1844, Tome VI. p. 137). Häufig wird nur an bestimmten Theilen eines Gußstücks die durch das Abschrecken zu erreichende große Härte verlangt; alsdann bringt man in die Sand- oder Masseform Bestandtheile von Eisen an den betreffenden Stellen ein. So formt man für gegossene Amboße und Pochstempelschuhe das Modell in Sand, legt aber auf den Boden der Form, oder stellt an eine der Seitenwände, eine eiserne mit Reißblei bestrichene Platte, an welcher die betreffende Oberfläche des Gusses sich abschreckt und härtet. Räder für Eisenbahnwägen härtet man auf der Außenseite ihres Kranzes durch Anbringung eines eisernen Ringes in der Sandform (Polytechnisches Centralblatt 1848, S. 16; Polytechnisches Journal Bd. 139, S. 5); Radnaben und Achsbüchsen dagegen im Innern durch Gebrauch eines eisernen Kernes u. dgl. m. Selbst bei den oben erwähnten Hartwalzen ist die Härtung nicht allgemein, sondern darf sich nur auf den Walzenkörper erstrecken; nur dieser wird daher in Eisen gegossen, die Zapfen dagegen formt man in fettem Sande mittelst besonderer Kästen, welche an den Enden der Walzenform angesetzt werden.

Nach Laurens und Thomas (Description des Brevets pris sous le régime de la loi de 1844, T. 12, p. 100) erhält man die Eisengüsse sehr dicht und fest, aber ohne zu große Härte und Sprödigkeit, wenn man sich sehr dünner gußeiserner Schalen bedient, die in gewöhnlichen Formkästen mit Sand umgeben werden; sie haben

dies Verfahren auf Walzen, Wellbäume, Kanonen u. dgl. angewendet.

Zuweilen kann beim Gusse einfacher hohler Gegenstände es vortheilhaft sein, in einer Sandform einen eisernen Kern zu gebrauchen, nur um die Arbeit des Formens abzukürzen: so bei Herstellung gußeiserner Zuckerhutformen nach Campbell und Macnab (Polytechnisches Journal, Bd. 113, S. 101). — Peters will hohle Kugeln in einer eisernen Form ohne Kern gießen, indem er dieselbe nach Einfüllung einer gewissen Menge flüssigen Eisens in schnelle Drehung um zwei auf einander rechtwinklige Achsen versetzt bis das durch die Fliehkraft nach der Wandung getriebene Metall erstarrt ist (Polytechnisches Journal Bd. 141, S. 100; Polytechnisches Centralblatt 1856, S. 991).

V. Adouciren der Eisengüsse.

Ueber das Weichmachen oder Adouciren gegossener Eisenwaren ist im Hauptwerke Bd. V, S. 12—13 und S. 119—120, dann Bd. XV, S. 483—493 das Wichtigste bereits angeführt; außerdem kann man vergleichen: Description des Brevets expirés, Tome 63, p. 117. In neuer Zeit sind wichtige Fabrikbetriebe auf diesen Gegenstand gegründet worden, indem der Vortheil: durch Guß weit schneller und wohlfeiler als durch Schmieden den Waren ihre Gestalt zu geben, sie aber dann in eine leidlich gute Sorte Schmiedeisen umzuwandeln, zu offenbar ist. Der so zubereitete Eisenguß hat den Namen schmiedbarer Eisenguß (fonte malléable) bekommen, läßt sich kalt und warm biegen, in der Rothglühhitze unter dem Hammer strecken, im Weißglühen schweißen. Hauptsächlich sind es kleine aber viel gebrauchte Artikel, als: Riegel und Schlüssel zu Schlössern, Bügel zu Vorlegschlössern, Fenstervorreiber und Thürgriffe, Stockknöpfe, Nägel, Lichtscheren, Schnallen, Pferdegebisse und Steigbügel, Gewehrkugelformen, Bestandtheile zu groben Gewehrschlössern u. v. a. Am besten gelingt das Adouciren mit Gegenständen, welche eigens hierzu aus einem kohlenstoffarmen weißen Roheisen gegossen sind; doch wird auch halbirtes und selbst hellgraues angewendet oder eine Mischung von weißem und grauem. Das Mittel zum Adouciren — das so genannte Zementirpulver — scheint jetzt meist gestoßener Eisenhammerschlag, oder gepulverter Rotheisenstein, oder gerösteter und zu Pulver gepochter Spatheisenstein zu sein. Die rohen (in Sand oder nach

Morrison in eisernen Formen gegossenen) Stücke werden in zylindrischen gußeisernen Tiegeln von etwa 12 Zoll Höhe und 6 Zoll Durchmesser mit dem erwähnten Pulver geschichtet; gesättigte Kochsalzauflösung wird dazu gegossen bis das Pulver gänzlich befeuchtet ist; obenauf eine Lage von trockenem Zementirpulver gelegt; das Ganze in der Ofenwärme getrocknet; jeder solche Tiegel in einen größern thönernen Tiegel gestellt und der Raum zwischen beiden Tiegeln mit Kohlenklein ausgefüllt; dann ein Deckel mit feuerfestem Thon aufgekittet. Vier bis zwanzig so vorbereitete Tiegel (jeder etwa 30 Pfund Eisenguß enthaltend) werden mit einander in einen Flammofen gesetzt und der Glühung unterworfen. Vom Anheizen bis zum Ende des Feuers verlaufen 72 bis 120 Stunden, wovon die letzten 36 unter gleichmäßig starker Glühhitze; zur Abkühlung läßt man 48 Stunden Zeit, und erst nach gänzlichem Erkalten werden die Tiegel geleert.

K. Karmarsch.

Eisenhüttenkunde.[1]

(Bd. V. S. 121.)

Die Fabrikation des Eisens hat sich seit dem Erscheinen des Hauptwerkes mehrerer Bereicherungen zu erfreuen gehabt, welche damals zum Theil noch gar nicht bekannt, zum Theil gerade in der ersten Entwicklung begriffen waren, und welche sich der großen Zahl neuerer rationeller Vervollkommnungen in anderen Zweigen der Technik würdig anschließen.

Der stets wachsende Verbrauch an Roh- und Stabeisen, so wie die steigenden Preise der Kokes und Holzkohlen mußten Veranlassung geben, auch andere Brennstoffe sowohl bei der Roh-, als auch der Stabeisenfabrikation zu benutzen, wie denn der Betrieb der Hohöfen mit roher Steinkohle besonders in Großbritannien sich außerordentlich verbreitet hat und außerdem auch andere Brennstoffe, als unverkohltes Holz, Torf, Braunkohle und Generatorgase mit großem Erfolg in Anwendung gebracht worden sind.

[1] Zu diesem Artikel gehören die Kupfertafeln 64, 65, 66, deren Figuren fortlaufend numerirt sind; dann auf Taf. 63 die Fig. 6—10.

A. Roheisen-Erzeugung.

a) Konstruktion der Hohöfen.

Nach dem Vorgange der englischen Eisenwerke mit ihren kolossalen Hohöfen haben auch zahlreiche Eisenwerke des Kontinents angefangen, selbst bei Holzkohlenbetrieb ihre Hohöfen zu vergrößern, und wenn für Steinkohlen- und Kokesöfen eine Höhe von 50 Fuß als zulässig und selbst zweckmäßig angenommen werden kann (man ist auf schottischen Werken selbst bis zu 80 Fuß gegangen), so scheint für Holzkohlen eine Höhe von 40 Fuß sich als Grenze herauszustellen. Die so überaus günstigen Ergebnisse der auf mehreren Werken Inneröstereichs vermehrten Größe der Hohöfen, von welchen weiter unten die Rede sein wird, können als Beleg hierzu dienen.

Die Vortheile weiter Gichten, welche letzteren schon früher auf mehreren deutschen, z. B. den Harzer, so wie auf den schwedischen Eisenwerken in Gebrauch waren, während man auf anderen, so namentlich den Kärnthner Eisenwerken engere Gichten vorzog, bewähren sich mehr und mehr, besonders beim Betrieb mit unverkohltem Brennmaterial. Während man früher, theilweise auch jetzt noch, den Durchmesser zu $^1/_4$ von dem des Kohlensackes annahm, hat man ihn in Schottland und Wales, wo mit roher Steinkohle geschmolzen wird, auf $^1/_2$ bis $^2/_3$ vergrößert. Ja, der mit dem Hohofenbetriebe sehr vertraute Hütteningenieur Truran hat neuerdings sich eine Hohofenkonstruktion patentiren lassen, bei welcher der Schacht von der Rast an sich kegelförmig erweitert, so daß sich die Durchmesser von Gicht und Kohlensack verhalten wie 4 zu 3. Ob sich diese Form in Gestalt eines langgestreckten Trichters bewähren wird, muß die Erfahrung lehren; daß aber besonders für unverkohlte Brennstoffe, deren Verkohlung erst in dem Schacht des Hohofens vor sich geht, eine weitere Gicht sich vortheilhaft zeigen müsse, geht schon aus dem Umstande hervor, daß ein größerer Querschnitt ein verhältnißmäßig langsames Entweichen der Gasarten, so wie auch ein langsameres Niedergehen der Gichten bedingt, was wieder eine langsamere, allmähligere Verkohlung, mithin einen geringeren Verlust an Kohle zur Folge hat, da erfahrungsmäßig bei der Verkohlung organischer Stoffe die Ausbeute an Kohle um so größer, und zugleich die Kohle um so kompakter und schwerer ausfällt,

je langsamer die Verkohlung vorschreitet. Da ferner die sich entwickelnden Kohlenwasserstoffe bei der Temperatur, bei welcher sie entstehen, schon reduzirend auf das Eisenoxyd einwirken können, welches durch Wasserstoff schon bei sehr geringer Hitze reduzirt wird, so können sie desto vollständiger zur Wirkung kommen, je längere Zeit ihnen dazu vergönnt ist.

Bei schon im Voraus verkohlten Brennstoffen (Holzkohle, Kokes), kann zwar von dieser Wirkung keine Rede sein, weshalb sich bei ihnen der Unterschied in der Gichtweite weniger bemerklich macht; indessen läßt sich mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß auch das Kohlenoxydgas seine reduzirende Wirkung um so vollständiger verrichten könne, je langsamer es sich fortbewegt, je länger es also mit den Erzen in Berührung bleibt.

Die Vergrößerung der Oefen, folglich auch die Erweiterung der Gestelle hat in den englischen und schottischen Eisenwerken Veranlassung gegeben, auch die Zahl der Formen und Düsen zu vermehren, und man ist darin, z. B. zu Govan bis auf 8 gestiegen, von welchen 3 zu beiden Seiten und 2 auf der Rückseite sich befinden; doch haben sich hieraus eher Nachtheile durch vermehrten Aufwand an Brennmaterial, als Vortheile ergeben, denn indem dieselbe Windmenge durch eine größere Zahl von Düsen einströmt, entsteht eine Vertheilung, folglich Schwächung der Windströme, welche nun nicht im Stande sind, bis zur Mitte des Gestells zu reichen und auch hier den erforderlichen Hitzgrad zu entwickeln. Es dürfte daher auch bei größeren Oefen rathsam sein, eine geringere Zahl, dafür aber um so weitere Düsen anzuwenden und ihnen eine nur wenig konische, also mehr zylindrische Gestalt zu geben und zugleich durch verstärkte Pressung dem Luftstrom die nöthige Kraft zu ertheilen, bis zur Mitte des Gestelles gehörig durchzudringen. Die Ansichten indessen sind darüber getheilt, und man hat z. B. auf der neu etablirten Haßlinghäuser Eisenhütte in Westphalen, welche ganz nach schottischem Muster eingerichtet ist, zwei große Hohöfen mit je 6 Düsen angelegt.

Die Dichtigkeit des Windes richtet sich nach der Dichtigkeit des Brennmaterials, und während bei Kokes eine Pressung von etwa 5 bis 7 Zoll Quecksilber, bei Holzkohlen eine noch weit geringere zweckmäßig ist, kann dieselbe bei Anthrazit selbst auf 8 bis 12 Zoll

gesteigert werden. Nach Truran soll man für jeden Fuß der Gestellweite 0,102 Fuß, oder 1,224 Zoll Pressung anwenden. Gewöhnlich jedoch ist dieselbe weit geringer.

Ueber die oben erwähnten günstigen Ergebnisse größerer Oefen und verstärkter Windpressung liefern mehrere inneröſterreichische Werke den Beweis. Während, nach Tunner, z. B. in Vordernberg bis zum Jahre 1845 die 18 bis 23 Fuß hohen Hohöfen in 24 Stunden nur 100 Ztr. Roheisen lieferten, und auf je 100 Pfd. Roheisen 105 Pfd. Holzkohlen zum Schmelzen und 10 Pfd. zur Röstung der Erze, also in Summe 115 Pfd. verbrauchten, betrug Ende des Jahres 1855 die Produktion der 26 bis 28 Fuß hohen Hohöfen bei heißem Winde 160 Ztr. in 24 Stunden, und der Kohlenverbrauch auf 100 Pfd. Roheisen zum Schmelzen 75, und zum Rösten 9 Pfd., also in Summe 84 Pfd. Aehnliche Resultate lieferten die Werke des Baron von Dickmann in der Lölling, wo auf 100 Pfd. Roheisen zum Schmelzen nur 65 Pfd. Kohlen verbraucht werden, und andere mehr.

Als Beispiel der jetzt üblichen Konstruktion der großen Kokeshohöfen wählen wir die der Haßlinghauserhütte unweit Schwelm in Westphalen.

Diese Oefen von 45 Fuß Höhe besitzen eine sehr weite Gicht und ein ebenfalls sehr weites zylindrisches, im Verhältniß zu seiner Weite nur niedriges Gestell. Sie haben die jetzt viel gebräuchliche Einrichtung eines ganz freistehenden Gestelles in der Mitte zwischen sieben, 10 Fuß hohen gußeisernen Säulen, welche einen gußeisernen Kranz von 24 Fuß äußerem Durchmesser tragen, auf welchem die Kernschachte ruhen. Statt des sonst üblichen Rauhgemäuers sind die Kernschachte blos von einem Blechmantel umgeben, so daß mithin der ganze Ofen auf jenen 7 Säulen, welche natürlich einer gehörigen Fundamentirung bedürfen, und auf dem Gestellgemäuer ruht. Die ganze Höhe vom Boden bis zur Gicht beträgt 45 Fuß englisch; das zylindrische Gestell hat einen inneren Durchmesser von 7 Fuß bei einer Höhe von 5½ Fuß. Diese ungewöhnlich geringe Höhe des Gestelles, während sonst die für graues Roheisen bestimmten Hohöfen ein verhältnißmäßig hohes und enges Gestell besitzen, bezieht sich auf die in diesem Eisenwerke zur Verschmelzung kommenden Erze (Kohleneisenstein, d. i. kohlehaltiger thoniger Sphärosiderit), welche in einem engen Gestell kein

graues, sondern weißes Roheisen liefern würden. Höhe der Rast 9½, Weite des Kohlensackes 16 Fuß. Der Schacht zieht sich bis zu einer Höhe von 37 Fuß vom Boden nur wenig, bis auf einen Durchmesser von 13½ Fuß, von hier an aber bis zu der 9 Fuß im Durchmesser haltenden mit einem 12 Fuß hohen Mantel umgebenen Gicht stärker zusammen. Der Ofen enthält 6 Düsen von 26 Linien Durchmesser, welche in gleichen Abständen von einander im Kreise um das runde Gestell sich befinden, und nur vorn an der Arbeitsseite die doppelte Entfernung haben. Die Pressung des auf 200° C. erhitzten Windes beträgt 3½ bis 4 Pfund auf den Quadratzoll, oder 8 Zoll Quecksilber.

Der gewöhnliche Satz für graues Roheisen ist auf diesem Eisenwerk 2100 Pfd. geröstetes Erz, 1100 Pfd. Kalkstein und 1600 Pfd. Kokes. Der Verbrauch an letzteren beträgt 1,67 Ztr. auf den Ztr. Roheisen, welcher ungewöhnlich hohe Verbrauch sich aus der so bedeutenden erforderlichen Menge des Zuschlags erklärt.

Zu den wichtigsten Vervollkommnungen im Betrieb der Hohöfen gehört die

b) Anwendung heißer Gebläseluft,

welche, im Hauptwerk als neue Erfindung kurz erwähnt, sich seitdem in solchem Grade bewährt hat, daß man sie gegenwärtig auf den allermeisten Eisenwerken in Ausübung findet, während allerdings noch einzelne, in der Besorgniß, den erworbenen guten Ruf ihrer Produkte möglicherweise aufs Spiel zu setzen, bei der kalten Gebläseluft beharren, andere wieder einen Mittelweg einschlagen und sich auf eine nur mäßige Erwärmung des Windes beschränken.

Am weitesten geht man hierin auf einigen schottischen Werken, wo bei Benutzung von roher Steinkohle als Brennmaterial die Erhitzung des Windes bis zu 400° C. getrieben, und noch dazu eine Pressung von 10 bis 11 Zoll Quecksilber angewendet wird, während in anderen, so namentlich einigen schlesischen und Harzer Eisenwerken die Temperatur nicht über 80 bis 90° steigt, am meisten aber wohl eine Hitze von etwa 200 bis 300° als die geeignetste betrachtet wird. Da, wie weiter unten gezeigt wird, die Beschaffenheit des Brennmaterials, die der Erze, ferner die Rücksichten auf Ersparung der Kosten und auf die Qualität des zu gewinnenden Eisens in jedem besonderen

Fall in Betracht kommen, und sich nur durch länger fortgesetzte Versuche empirisch der für die jedesmaligen Verhältnisse geeignetste Wärmegrad ermitteln läßt, so wird sich ein allgemein gültiger Erhitzungsgrad wohl nie feststellen lassen.

Die Vortheile heißer Gebläseluft liegen weniger in einer Verbesserung der Produkte, obwohl auch solche Fälle nicht zu den Seltenheiten gehören, wo selbst eine Verbesserung des Roheisens dadurch erzielt wurde, als vielmehr in der Ersparung an Brennstoff und in der Erleichterung des ganzen Schmelzprozesses.

a) Ersparung an Brennstoff. Es ist schon von vorn herein klar, daß das Zuströmen kalter Gebläseluft in den Schmelzraum eine Abkühlung zur Folge haben müsse, welche der Entwicklung einer sehr hohen Temperatur entgegenwirkt; daß zur Kompensirung dieses Wärmeverlustes ein Theil des vorhandenen Brennstoffes ohne weiteren Nutzen für den Schmelzprozeß verloren geht; und daß mithin dieser Verlust sich in dem Maße vermindern müsse, als die zuströmende Luft sich schon vorher im erhitzten Zustande befindet. Da nun die Erhitzung der Luft mittelst schlechter werthloser Brennmaterialien mit geringen Kosten, ja, bei Anwendung der Gichtflamme oder der Hohofengase ohne alle Kosten sich bewerkstelligen läßt, so würde schon aus diesem Grunde sich ein bedeutender ökonomischer Vortheil herausstellen.

Nimmt man, den darüber vorhandenen Bestimmungen entsprechend, die in dem Gestell des Hohofens herrschende Temperatur zu etwa 2000° C. an, welche durch die Verbrennung von Kohle erzeugt werden muß, so würde durch Anwendung heißer Gebläseluft von 200° der Verbrauch an Kohle sich um $^1/_{10}$ vermindern. Erfahrungsmäßig aber stellt sich die Kohlenersparniß weit günstiger, und wenn auch über diesen Punkt die Ansichten abweichen, ja von Einigen, z. B. von Truran, diese Ersparniß der jetzigen Hohöfen nicht dem heißen Winde, sondern den übrigen Vervollkommnungen im Betrieb und in der Konstruktion derselben zugeschrieben wird; so sprechen doch zu viele Erfahrungen sich zu Gunsten der heißen Luft aus, als daß an einem bedeutenden Minderverbrauch von Brennstoff gezweifelt werden könnte. Bei einem schon älteren Versuch auf dem Clyde-Iron-Work bei Glasgow wurden zum Verschmelzen von 100 Gewichtstheilen Eisenstein an Steinkohle verbraucht:

bei kalter Luft und Kokes . . .	215	Gewichttheile
bei heißer Luft und Kokes . . .	146	„

mithin eine Ersparniß von über 28 Prozent erzielt. Als man die Steinkohle in unverkoktem Zustande anwandte, was sich bei heißer Luft als zulässig herausstellte, belief sich der Verbrauch auf nur 70 Gewichtstheile, folglich eine Ersparung von 68 Prozent, wobei freilich zu berücksichtigen bleibt, daß die Steinkohle in unverkohltem Zustande brennbare Gase entwickelt, welche zur Reduktion der Erze mit beitragen und einen Theil der Kokes ersetzen, der sonst zu diesem Zweck in den höhern Regionen des Schachtes schon verbrannt sein würde, daß folglich die ersparten 68 Prozente nicht allein der heißen Gebläseluft zu Gute kommen.

Spätere Versuche auf anderen englischen, französischen und deutschen Eisenwerken ergaben ebenfalls sehr günstige Resultate. Bei einem lange fortgesetzten Versuch zu Wasseralfingen im Königreich Würtemberg, wobei man zuerst mit kalter, dann mit heißer Luft von verschiedenen Temperaturen arbeitete, erforderten je 100 Pfd. Roheisen bei kalter Luft 185 Pfd. Holzkohlen, bei warmer Luft von 150° C. nur 120 Pfd. und bei 206° nur 113 Pfd. Die Ersparung betrug also im letzten Fall 39 Prozent. Zu Malapane in Oberschlesien ergab sich, ebenfalls bei Holzkohlen, eine Ersparung von 25 Prozent.

Wenn sich nun auch aus der Zufuhr von Wärme durch die Erhitzung der Luft die Ersparung an Brennstoff zum Theil wohl erklärt, so genügt sie doch bei weitem nicht zur Erklärung eines bis zu 39 Prozent gehenden Minderverbrauchs, und man hat daher nach anderen Gründen, z. B. einer bei höherer Temperatur gesteigerten Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff, ferner einem in Folge der Verdünnung erleichterten Eindringen der Luft in die Poren der Kohle, u. a. gesucht, Gründe, welche der Bestätigung noch bedürfen.

Mögen auch dabei vielleicht mehrere Umstände zusammenwirken, so scheint jedenfalls die beschleunigte, fast momentane Verbrennung der Kohlentheilchen die Hauptrolle zu spielen. Bei einer solchen plötzlichen Verbrennung gerathen die Kohlentheilchen bis zur höchsten Weißgluth und somit in einen Zustand, wo sie die Wärme mehr als sonst durch Strahlung an die Umgebungen abgeben, wie überhaupt jeder feste Körper bei steigender Erhitzung in zunehmend helleres Leuchten geräth, und in entsprechendem Grade auch einen größeren Theil der Wärme mittelst Strahlung an die benachbarten festen, in viel geringerem Grade an die luftförmigen Körper abgibt, welche letzteren die Wärmestrahlen

frei hindurchlassen, ohne sie in sich aufzunehmen. Es scheint somit die Thatsache, daß die strahlende Wärme vorzugsweise nur von festen zu festen Körpern übergeht, der bei heißer Gebläseluft allgemein beobachteten Erscheinung zu Grunde zu liegen, daß sich im Gestell des Hohofens eine ungewöhnlich hohe Temperatur konzentrirt, während in den höheren Regionen des Ofens umgekehrt sich der Wärmegrad niedriger zeigt, als bei kalter Gebläseluft. Es handelt sich bei dem Schmelzprozesse im Gestell viel weniger um eine bedeutende Menge entwickelter Wärme, als vielmehr um einen hohen Hitzgrad, welcher hinreiche, das bereits früher reduzirte Eisen so wie auch die Schlacke schnell und vollständig zum Schmelzen zu bringen. Dieser Hitzgrad ist aber weniger abhängig von der Menge verbrannter Kohle, als vielmehr von der Konzentration der entwickelten Hitze, weshalb denn auch eine bedeutende Verminderung der Menge des Brennmaterials nicht schadet, wenn nur das vorhandene auf solche Art verbrennt, daß sich die entwickelte Wärme möglichst konzentrirt; dieses aber geschieht aus den vorhin entwickelten Gründen durch Anwendung heißer Gebläseluft.

b) Erhöhung der Produktion. Eine unmittelbare Folge der Beschleunigung des Schmelzprozesses und des erhöheten Erzsatzes ist die erhöhete wöchentliche Ausbeute an Roheisen aus demselben Ofen. So stieg bei den vorher erwähnten Versuchen auf dem Clyde-Iron-Work die wöchentliche Produktion von 45 auf 65 Tons, also um 44,4 Prozent; bei den Versuchen zu Wasseralfingen von 527 auf 734 Ztr., also um 39 Prozent.

c) Verminderung des Zuschlages. Eine Folge der erhöheten Schmelzhitze zeigt sich in der Erleichterung der Schlackenbildung, wodurch sich ein geringerer Zusatz an Flußmittel als zuläßig herausstellt.

d) Regelmäßigkeit des Ganges. Durch die dem Schmelzprozesse so günstige hohe Temperatur wird ein regelmäßiger, gahrer Gang des Ofens herbeigeführt, die Schlacke erlangt den erforderlichen Grad von Dünnflüssigkeit, um sich vollständig von dem Eisen zu trennen, es treten nicht leicht Versetzungen ein, auch bietet die Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur des Windes, welche ja der Hüttenbeamte in seiner Hand hat, und in jedem Augenblick nach Erforderniß abändern kann, ein ungemein bequemes und wirksames Mittel, auf den Gang des Ofens einzuwirken und etwaigen kleinen Störungen abzuhelfen.

Als eine eigenthümliche, schon oben erwähnte Folge der heißen Gebläseluft ist eine abweichende Vertheilung der Hitze im Ofen beobachtet, dergestalt, daß bei heißem Wind die Hitze im Gestell größer, in den oberen Theilen des Ofens dagegen niedriger ist, als bei kaltem Wind. So fand Sefström die folgenden Temperaturen:

	bei kaltem Wind	bei warmem Wind
Im untern Theil der Gicht	800° C.	500° C.
auf 3/4 der Schachthöhe	1000 „	800 „
„ 1/2 „ „	1200 „	1000 „
„ 1/4 „ „	1400 „	1400 „
im Gestell	1600 „	1700 „

Mögen auch diese Temperaturen von den durch andere Beobachter an anderen Oefen gefundenen abweichen, mag namentlich eine Hitze von 800° in der Gicht als ungewöhnlich hoch erscheinen; so lassen sie doch den Unterschied der Vertheilung bei kaltem und heißem Wind deutlich genug hervortreten. Es erklärt sich dieser Unterschied der Temperatur in den oberen Regionen des Ofens sehr einfach aus der bei heißer Gebläseluft zulässigen und üblichen reicheren Besetzung, d. h. dem verhältnißmäßig höheren Erzsatz bei gleicher Kohlenmenge, welcher schon an und für sich eine Abkühlung der oberen Regionen des Ofenraumes bewirkt, außerdem aber auch bei seiner Reduktion eine größere Wärmemenge konsumirt, wogegen im Gestell die heiße Gebläseluft aus den vorher angegebenen Gründen eine höhere Temperatur erzeugt, als bei kaltem Wind.

Eine fernere Erscheinung bei Hohöfen, die mit heißem Wind betrieben werden, ist die kleinere und weniger lebhafte Gichtflamme, deren Ursache wohl in dem Umstande zu suchen ist, daß sich in dem oberen Ofenraum, in welchem die Reduktion des Eisenoxydes durch das Kohlenoxydgas erfolgt (in der Reduktionszone), wegen der verhältnißmäßig größeren Menge des vorhandenen Eisenoxydes, ein größerer Theil des Kohlenoxydes in Kohlensäure umwandelt, daß also das der Gicht entströmende Gas verhältnißmäßig mehr Kohlensäure und weniger Kohlenoxyd enthält, als dieses bei weniger reicher Besetzung, mithin bei kaltem Winde, der Fall ist.

Die Menge des erforderlichen Windes anlangend, so ist zuvörderst klar, daß eine gegebene Menge Brennmaterials zur Verbrennung stets derselben Sauerstoffmenge bedarf, mag dieser nun heiß oder kalt

sein, welchen Sauerstoff zum Theil die Gebläseluft, zum Theil auch das Eisenoxyd der Erze hergibt. Nimmt man bei kaltem Winde das Verhältniß dieser Sauerstoffmengen wie 6 zu 1 an, so wird es sich bei heißer Luft in Folge der reicheren Besetzung etwa wie 5 zu 1 stellen, und es würde daher die Windmenge um etwa $^1/_6$ vermindert werden können. Da aber, wie erwähnt, bei heißem Winde die Gichtgase reicher an Kohlensäure, mithin auch an Sauerstoff, entweichen, so kompensirt sich dadurch jener Minderverbrauch an Gebläseluft. Wenn nun die atmosphärische Luft beim Erwärmen für jeden Grad der hunderttheiligen Skale sich um 0,00366 ihres Raumes ausdehnt, wenn also kalte Luft, um 200° erhitzt, sich um 0,732, also beinahe um $^3/_4$ ihres Raumes ausdehnt, so folgt, daß bei unveränderter Düsenweite und Pressung die Gewichtsmenge der in den Ofen gelangenden Luft durch Erhitzung auf 200° sich um 41 Prozent vermindert. Um daher dieselbe Luftmenge wie sonst dem Ofen zuzuführen, muß entweder die Pressung verstärkt, oder es müssen die Düsen erweitert werden.

Der Einfluß des heißen Windes auf die Beschaffenheit des Eisens kann zwar im Allgemeinen als ein günstiger bezeichnet werden, doch influiren zugleich so viele Nebenumstände auf dieselbe, daß es schwer hält mit einiger Sicherheit jedes Mal den Erfolg vorherzusagen.

Nachtheilige Wirkungen haben sich erfahrungsmäßig besonders bei übermäßig heißer Luft (z. B. bei 400°) gezeigt, indem unter solchen Umständen ein lockeres, mürbes, wenig Festigkeit darbietendes Roheisen gewonnen wurde. Da aber Kokes selbst in gewöhnlichen Feuerungen bei irgend kräftigem Luftzug schon einen weit höheren Hitzgrad erregen, als ihn die weniger kompakte Holzkohle hervorbringt, so tritt die Gefahr der Ueberhitzung durch heiße Gebläseluft leichter ein bei Kokes als bei Holzkohlen, woher es denn kommt, daß besonders das mit Kokes und heißem Winde erblasene Roheisen nicht selten an dem Fehler zu großer Lockerheit und Mürbheit leidet, während bei Holzkohlen die Einführung der heißen Gebläseluft fast ohne Ausnahme die Qualität des Eisens nicht verschlechtert, ja in vielen Fällen sie merklich verbessert hat. Es soll zwar die schlechte Beschaffenheit des überhitzten Kokesroheisens sich verlieren, wenn es im Kupolofen umgeschmolzen wird, aber dennoch gibt man in England zu Maschinentheilen, welche bedeutender Festigkeit bedürfen, dem mit kaltem Winde erblasenen Roheisen den Vorzug.

Das bei heißem Wind gewonnene, sehr strengflüssige graue Koke-roheisen ist in der Regel sehr reich an Silicium, dagegen ärmer an Kohlenstoff, Phosphor und Schwefel, welche, wie es scheint, bei der hohen Schmelzhitze abgeschieden werden, und es wird daher zur Darstellung von Stabeisen im Allgemeinen für besser, als das bei kaltem Wind erblasene, zwar weniger Silicium, dafür aber mehr Schwefel und Phosphor enthaltende Roheisen gehalten; denn die letzteren üben auf die Stabeisenbereitung einen weit nachtheiligeren Einfluß, weil sie durch den Frischprozeß nur theilweise entfernt werden können, während das Silicium sich leicht oxydirt und verschlackt. Um indessen aus dem bei hoher Hitze gewonnenen sehr dunkelgrauen mürben Kokeroheisen ein brauchbares Stabeisen zu erzielen, muß es nothwendig im Fein-eisenfeuer vorher weiß gemacht worden sein. Jedenfalls wird gegen-wärtig das allermeiste Stabeisen aus bei heißer Gebläseluft erblasenem grauem Roheisen dargestellt.

Weißes Roheisen kann unter günstigen Umständen, namentlich bei Holzkohlen, sehr gutartigen, leichtflüssigen Erzen und verhältniß-mäßig reicher Besetzung auch bei heißer Gebläseluft erzielt werden, wie dies z. B. zu Mägdesprung am Harz der Fall ist, wo unter übrigens gleichen Umständen, bei 200° heißem Winde, einer Pressung von 1³/₄ Zoll Quecksilber und einem Verhältniß von 1,18 Kohle auf 1 Eisen, weißes; dagegen bei 250° heißem Winde, einer Pressung = 2¹/₂ Zoll Quecksilber und einem Verhältniß von 1,56 Kohle auf 1 Eisen, graues Roheisen gewonnen wird. Bei Kokes dagegen und heißer Gebläseluft dürfte die Darstellung von weißem Roheisen unmittelbar aus dem Hoh-ofen schwerlich vorkommen.

Die Anwendung heißer Gebläseluft bei Holzkohlenöfen hat in den meisten Fällen, außer der Ersparung an Kohlen und der Erleichterung des Ofenganges, auch eine Verbesserung des Produktes zur Folge gehabt. So zeigte sich in Malapane nach Einführung heißen Windes das Roheisen weit flüssiger, zur Gießerei anwendbarer, und von einem hohen Grade der Festigkeit. Der Bruch des gahren grauen Roheisens war sehr dicht, feinkörnig, stark glänzend, dunkelgrau; das weiße Roh-eisen hatte eine silberweiße Farbe, dichten Bruch und näherte sich dem blumigen Floß.

Es gesellt sich hierzu noch der Vortheil, daß merkwürdiger Weise die Hohöfen bei heißem Winde bedeutend weniger leiden, als bei kaltem,

wie sich dies sehr auffallend bei den Hohöfen zu Malapane gezeigt hat. Während bei kaltem Winde nach Beendigung der Kampagne sich nicht nur Gestell und Rast bedeutend erweitert hatten, und selbst der Schacht bis zu etwa ²/₃ seiner Höhe an dieser Erweiterung Theil nahm, so daß sich die ursprüngliche Gestalt des Ofenschachtes kaum mehr erkennen ließ, beschränkte sich bei heißem Winde die Erweiterung auf Gestell und Rast und reichte nur etwa bis zur halben Höhe der letzteren, und auch das erstere zeigte sich bei weitem weniger angegriffen.

Lufterhitzungsapparate. — Die verschiedenen zur Lufterhitzung dienenden Apparate kommen darin überein, daß die zu erwärmende Luft durch eine von außen erhitzte Röhrenleitung ihren Weg nimmt und sich an den heißen Wänden derselben erhitzt; dagegen unterscheiden sie sich durch die Art der Erwärmung des Apparates. Diese kann erfolgen entweder durch eine besondere Feuerung mit festem Brennmaterial, oder durch die Gichtflamme, oder endlich durch Hohofengase.

1) Erhitzung durch eine abgesonderte Feuerung.

In diese Rubrik gehört vornehmlich der in England gebräuchliche Calder'sche Apparat, auf Taf. 64, Fig. 4, im vertikalen Durchschnitt nach der Linie PQ des in Fig. 5 dargestellten horizontalen Durchschnitts abgebildet, letzterer in der Höhe der Röhren A und F genommen. R der unter der Hüttensohle innerhalb eines gewölbten Raumes liegende zylindrische Windregulator, in welchen die Luft durch das Gebläse gepreßt wird. Aus ihm gelangt der Wind durch ein vertikal aufsteigendes Rohr in das horizontale Rohr A, welches in der Mitte seiner Länge bei MN eine Scheidewand enthält und durch eine Anzahl, wie in Figur 12, auf und wieder absteigende Knieröhren mit einem zweiten horizontalen Rohr FF in Verbindung steht. Der in die linke Hälfte des Rohres einströmende Wind nimmt, wie die Pfeile anzeigen, seinen Weg durch die ersten 6 Knieröhren, gelangt dadurch in das Rohr FF, geht von da durch die anderen 6 Röhren in die zweite Hälfte von A zurück, um sodann durch ein in Fig. 4 durch punktirte Linien angedeutetes Rohr herabzugehen und in den Hohofen zu gelangen. Der ganze Heizapparat befindet sich in einem gemauerten Heizraum, unter welchem zwei gewölbte Oefen mit Rosten bei G liegen, aus welchen die Flamme, durch 5 viereckige, in Fig. 5 sichtbare Oeffnungen in den Heizraum schlägt.

2) Erhitzung durch die Gichtflamme.

Die Idee, von der sonst nutzlos verlorenen Gichtflamme zum Erhitzen der Gebläseluft Gebrauch zu machen, liegt so nahe, daß sie schon vielfach zu diesem Zweck wie auch zu anderen, besonders zum Heizen von Dampfkesseln, in Ausführung gebracht ist.

Als besonders einfach und wirksam hat sich der, zuerst auf dem Wasseralfinger Eisenwerk ausgeführte Apparat erwiesen, welcher unter kleinen Abänderungen sich besonders in deutschen Eisenwerken viel verbreitet hat. Fig. 7 und 8 auf Taf. 64 zeigen den nach diesem Prinzip ausgeführten, auf der Lerbacher Eisenhütte und ähnlich auch auf allen übrigen Eisenwerken des Harzes befindlichen Apparat in zwei, rechtwinklig gegen einander genommenen Ansichten. Er befindet sich, wie man aus der Zeichnung ersieht, nicht über, sondern neben der Gicht, auf der Plattform des Hohofens, und es werden die Gase, statt frei aus der Gicht aufzusteigen und hier zu verbrennen, abgefangen und in den Heizapparat geleitet, wo sie unter Zutritt von atmosphärischer Luft verbrennen, und die Erhitzung des Röhrensystems verrichten. Da von dem Abfangen der Gichtgase weiter unten noch ausführlicher gehandelt wird, so kann dieser Theil der Vorrichtung hier mit der Bemerkung übergangen werden, daß die brennbaren Gase durch den Kanal c, der durch einen Schieber bei f beliebig verengt werden kann, in den Heizraum gelangen. gg mit Schiebern versehene Oeffnungen zum Zutritt der atmosphärischen Luft, d eine niedrige, durch eine Klappe e verschließbare Esse. Der von dem Gebläse herkommende Wind tritt durch das Rohr A in das schlangenförmig hin und herlaufende Röhrensystem ab, um erhitzt durch das Rohr B zu den Düsen des Hohofens herabzusteigen.

3) Erhitzung durch fortgeleitete Hohofengase.

Als Beispiel eines solchen Apparates, der sich zugleich durch eine recht sinnreiche Einrichtung zur raschen Uebertragung der Wärme auf die Gebläseluft auszeichnet, mag der von Thomas und Laurens erfundene noch beschrieben werden. Man s. Fig. 1, 2 und 3 auf Taf. 64, von welchen die erste den Apparat der Länge nach durch einen der beiden Zylinder durchschnitten, der zweite denselben im Querschnitt, jedoch in zwei verschiedenen Ebenen, und zwar rechts in der Vertikalebene der Achse der Esse J, links dagegen in der Ebene der Feuerkammer D darstellt.

Die Erhitzung der Luft erfolgt hier innerhalb zweier horizontal liegender weiter Röhren oder Zylinder F und F', durch welche der aus den Windleitungen G herkommende Wind von der Rechten zur Linken seinen Weg nimmt, um durch die Knierohre H' und die Windleitungen G' dem Ofen zuzuströmen. In Fig. 1 ist nur der eine der beiden Zylinder, in Fig. 2 dagegen sind beide im Querschnitt zu sehen. Sie sind von eigenthümlicher Einrichtung; äußerlich von ganz ebener Oberfläche, sind sie auf der Innenseite mit kurzen vorspringenden Rippen ausgestattet, wie diese aus Fig. 1 und 2, und in vergrößertem Maßstabe aus Fig. 3 ersichtlich sind. Diese, mit dem Zylinder gleich in einem Stück gegossenen Rippen befinden sich in abwechselnder Stellung, so daß der Wind genöthigt wird, sich zwischen ihnen hindurch zu winden und dadurch mit dem heißen Eisen in sehr innige Berührung zu treten. Da nun der innere Raum des Zylinders größtentheils durch die an beiden Enden geschlossenen hohlen Körper I ausgefüllt ist, so bleibt dem Winde nur der schmale ringförmige Zwischenraum zwischen diesen Körpern und der gerippten Oberfläche. Mittelst der Register h und h' kann nöthigenfalls der Windstrom regulirt werden, je nachdem man beide Zylinder oder nur einen derselben benutzen will. Die zur Heizung dienenden Hohofengase werden von dem obern Theil des Hohofens, wo sie in der weiter unten vorkommenden Art aufgefangen sind, durch ein weites Rohr herabgeleitet und treten zuerst in das horizontale Rohr A, und aus diesem in die vertikalen viereckigen Rohre B, welche bei a mit Registern versehen sind, die mittelst der Handgriffe b gedreht werden können, um den Zufluß der Gase beliebig zu reguliren. Aus B treten dieselben nun in die Feuerkammer cD, worin die Vermischung mit atmosphärischer Luft, so wie auch die Entwicklung der Flamme vor sich geht. Der Zutritt der Luft erfolgt durch eine gitterförmig durchbrochene schrägliegende Eisenplatte d und kann durch eine Klappe c beliebig regulirt werden. Um der Gefahr zufälliger Explosionen vorzubeugen, die bei Gasheizungen nie ganz zu vermeiden, sind sowohl in den Röhren B bei e, wie auch in der Feuerkammer bei c', f und f', und in den übrigen Wänden des Ofens Klappen angebracht, die sich beim Eintritt einer Explosion von selbst öffnen, die aber auch zugleich zur Reinigung des Ofens dienen können. Da nun der Wind innerhalb der Zylinder von der Rechten zur Linken, die Flamme aber in entgegengesetzter Richtung von

der Linken zur Rechten durch den Ofenraum EE zieht, so kommt die Luft zuerst mit den weniger heißen, nach und nach aber mit immer heißer werdenden Theilen in Berührung, wodurch die Uebertragung der Wärme möglichst befördert wird. Die Flamme nimmt regelmäßig ihren Weg durch den Ofenraum EE, sodann abwärts in den unterirdischen Kanal K, der bei L' in den niedrigen Schornstein J einmündet; doch kann man ihr auch erforderlichen Falls auf der linken Seite durch K' den Weg anweisen, zu welchem Ende in beiden Kanälen große Schieber k' befindlich sind. M sind Oeffnungen mit eisernen Thüren, die dazu dienen, beim ersten Anheizen des Ofens eine Quantität Stroh oder Hobelspäne hineinbringen zu können. Das Mauerwerk des Ofens muß innerlich mit feuerfesten Steinen bekleidet und äußerlich durch starke eiserne Verankerungen m n zusammengehalten werden.

Die Messung der Temperatur bei Luftheizapparaten könnte zwar, wenn sie nicht viel über 200° C. steigt, mit gewöhnlichen Quecksilberthermometern geschehen, die man in Bohrungen der Windleitung nahe vor den Düsen einsenkt. Bei der Zerbrechlichkeit derselben aber und der Gefahr, daß sie bei zufällig gesteigerter Hitze springen, bedient man sich zweckmäßiger der Metallthermometer, welche ohne Gefahr der Zerstörung in der Windleitung bleiben und zwar so angebracht werden können, daß sich die kreisförmige Skale außerhalb der Windleitung befindet, und daher jeden Augenblick die Beobachtung der Temperatur zuläßt.

Außer den hier beschriebenen Winderhitzungsapparaten sind eine Menge abgeänderter Einrichtungen ausgeführt; so z. B. hat man den Wasseralfinger Apparat dahin abgeändert, daß die Erhitzungsröhren im Querschnitt nicht einen Kreis, sondern eine langgestreckte Ellipse darstellen, welche, für einen gegebenen Inhalt, der Luft eine größere Berührungsfläche darbietet u. a. m.

c) Verwendung anderer Brennmaterialien außer den früher allgemein üblichen zum Hohofenbetriebe.

1) Steinkohle. Die Anwendung roher Steinkohle statt der Kokes hat seit Einführung der heißen Gebläseluft besonders in England, Schottland und Wales große Ausdehnung gefunden und bedeutende Ersparung herbeigeführt, beschränkt sich jedoch zur Zeit noch auf solche Werke, denen eine geeignete Kohle zur Disposition steht.

Nur magere, sich mehr oder weniger dem Anthrazit nähernde, sogenannte Sinter- oder Sandkohlen mit geringem Aschengehalt eignen sich zum Hohofenbetrieb, weil fette, im Feuer stark anschwellende Kohlen zusammenbacken, das gleichförmige Niedergehen der Gichten verhindern, ja sich mitunter festsetzen und Gewölbe bilden, die später zusammenstürzen und so einen regelmäßigen Ofengang unmöglich machen. Die Erfahrung muß lehren, ob bei abgeänderter Konstruktion der Oefen nicht dennoch auch fette Kohle wird verwendet werden können, wie denn besonders zu diesem Zweck die schon im Vorhergehenden von Truran empfohlene Konstruktion mit kegelförmig sich nach oben erweiterndem Schacht bestimmt ist.

Die Anwendung roher Steinkohle hat in Großbritannien einen außerordentlichen Aufschwung gewonnen, wie denn namentlich die beiden größten Eisenwerke, das Dowlais-Werk im Tafftthale bei Merthyr-Tydwill in Südwales mit 18 Hohöfen, so wie das Gartsherriewerk unweit Glasgow mit 16 Hohöfen, mit roher Steinkohle betrieben werden.

Das Dowlais-Werk schmelzt mit magerer anthrazitartiger Kohle und stark erhitzter Gebläseluft. Die Hohöfen haben eine Höhe von 50½ Fuß engl., eine Gichtweite von 12 Fuß, eine Kohlensackweite von 19 Fuß 10 Zoll und eine obere Gestellweite von 5 Fuß (rund). Das auf diesem kolossalen, mit 100 Puddelöfen und entsprechenden Walzwerken ausgestattete Werk gewonnene Eisen ist freilich von ziemlich mittelmäßiger Beschaffenheit, aber doch für den Konsum im Großen, besonders zu Eisenbahnschienen genügend.

Das Gartsherriewerk verwendet ebenfalls magere Sinterkohlen bei heißer Gebläseluft von einer die Schmelzhitze des Bleies noch übersteigenden Temperatur und einer Pressung von nahe 6 Zoll Quecksilber. Der Satz zur Gewinnung von grauem Roheisen besteht in 7 Ztr. Kohle, 7 Ztr. gerösteter Erze (Kohleneisenstein), und 1½ Ztr. Kalkstein. Die Hohöfen haben eine Höhe von 48 Fuß, 10 Fuß Durchmesser in der Gicht, 18 Fuß im Kohlensack und 7 Fuß im Gestell, welches quadratisch ist und in jeder der beiden Seitenwände und in der Rückwand 2, also im Ganzen 6 Formen enthält, und sich unten auf 6 Fuß im Quadrat zusammenzieht. Aus jedem Ofen erfolgen bei zweimaligem Abstechen täglich 400 Ztr. Roheisen, und die jährliche Produktion der ganzen Hütte beläuft sich etwa auf 2 Millionen Ztr.

Auch das neue, sehr rationell angelegte Eisenwerk **Ystal-y-fera** in Südwales mit 11 Hohöfen verwendet rohe, anthrazitartige Kohle, vielleicht richtiger als Anthrazit zu bezeichnen, zum Verschmelzen der im Kohlengebirg vorkommenden thonigen Sphärosiderite, die man nach 2 Jahre langem Liegen an freier Luft in Oefen röstet. Höhe der Hohöfen 40½ Fuß, Durchmesser der Gicht 10 Fuß, des Kohlensackes 15 Fuß, des Gestells oben 6, unten 4½ Fuß; Windpressung 9 Zoll; wöchentliche Produktion eines Ofens 1800 Ztr. Es ist auf diesem Werke die Gewinnung und Benutzung der Hohofengase eingeführt, welche man sonst beim Schmelzen mit roher Steinkohle für nachtheilig hält.

Zu den mit roher Kohle arbeitenden Werken gehört ferner das zu **Monkland** in Schottland mit 9 Hohöfen von 45 bis 56 Fuß Höhe. Es verwendet rohe Steinkohle in dem Verhältniß von 1 Ztr. Kohle, ¾ Ztr. Erz (Kohleneisenstein) und ⅙ Ztr. Kalkstein. Die Oefen haben 3 bis 5 durch Wasser gekühlte Formen von 3 Zoll Durchmesser im Auge; Windpressung 5 bis 6 Zoll Quecksilber; wöchentliche Produktion jedes Ofens 2400 Ztr.

Sodann das **Clyde-Eisenwerk**, bekannt durch die erste Einführung heißer Gebläseluft. Es hat 4 Hohöfen und verwendet einen Satz von 800 Pfd. anthrazitartiger Kohle, 700 Pfd. Erz und 100 Pfd. Kalkstein.

Das große Eisenwerk **Cyfartha**, unweit Merthyr-Tydwill in Südwales mit 11 Hohöfen verschmelzt Thoneisenstein bei kalter Luft mit einem Gemeng von Kokes und roher Kohle. Auf 4 bis 500 Pfd. des Brennmaterials werden 6 bis 700 Pfd. geröstetes Erz, 150 Pfd. Kalkstein und etwas Feineisenschlacke genommen.

Außer diesen kolossalen Eisenwerken von Schottland und Südwales gibt es noch mehrere kleinere, z. B. das Dudley-Werk in Staffordshire, welche ebenfalls mit roher Kohle arbeiten.

Das mit roher Steinkohle erblasene Roheisen steht an Güte immer hinter dem mit Kokes gewonnenen zurück, kann aber wohlfeiler hergestellt werden und liefert ein für ordinäre Arbeiten, namentlich die größeren Gußwaren, so wie zur Darstellung von ordinärem Stabeisen hinreichend brauchbares Material.

2) **Anthrazit**, welcher sich freilich der mageren anthrazitartigen Steinkohle so nahe anschließt, daß eine scharfe Sonderung beider kaum

durchzuführen ist, findet ebenfalls auf mehreren englischen Eisenwerken, namentlich in Glamorganshire, Brecknockshire, Caermarthenshire und Pembrokshire Anwendung. Die Höhe der Hohöfen geht von 30 bis 50 Fuß, Durchmesser des Kohlensackes 13, der Gicht 8, des viereckigen Gestells 3¼ Fuß. Hitze des Windes 315° C.

Der in Wales vorkommende Anthrazit enthält nur 1 Prozent Asche und nur geringe Spuren von Schwefelkies, würde daher als ein vorzüglich gutes Brennmaterial zu betrachten sein, wenn nicht leider die seiner Schwerbrennbarkeit wegen erforderliche Anwendung heißer Gebläseluft und die dadurch entwickelte so sehr hohe Temperatur im Gestell die Güte des Eisens beeinträchtigte. Die Zahl der im Betrieb befindlichen Anthrazitöfen beläuft sich nach Hunt auf 21, in welche Zahl die 11 zu Ystal-y-fera befindlichen mit eingeschlossen sind.

Auch mehrere Eisenwerke der Vereinigten Staaten von Nordamerika bedienen sich des dort so häufigen Anthrazits.

3) Torf. Da der Torf im lufttrocknen Zustande stets eine bedeutende Menge hygroskopischen Wassers enthält, welches in den oberen Regionen des Hohofens verdampfen muß und dadurch eine nachtheilige Abkühlung bedingt, so ist jedenfalls eine Entwässerung durch Dörren, wenn auch nicht unbedingt nothwendig, doch aber von wesentlich günstigem Einfluß.

Die von Jahr zu Jahr wachsende Seltenheit des Holzes, der steigende Preis der Steinkohle und die immer mehr zunehmende Verwendung des Eisens zu tausend Zwecken des gemeinen Lebens und der Technik mußte das Problem der Anwendung des Torfs zur Eisengewinnung um so gewichtiger erscheinen lassen, als sich derselbe in so manchen Gegenden in unerschöpflicher Menge vorfindet, und es hat sich daher diese Torffrage in der neuesten Zeit bedeutend in den Vordergrund gedrängt.

Schon ältere Versuche auf der Tangerhütte im Regierungsbezirk Magdeburg mit Torf von Bremervörde im Hannoverschen gaben ein ziemlich günstiges Resultat, sofern es sich zeigte, daß man bei einem Holzkohlenofen bis zu dem Verhältniß von 10 Kubikfuß gedörrten Torfs und 20 Kubikfuß Holzkohlen auf 6 Kubikfuß Eisenstein gehen konnte, ohne den Gang des Ofens zu stören; auch war das erblasene Eisen zu allen Gußwaren anwendbar. Gedörrter Torf allein, ohne Holzkohle

lieferte wegen mangelnder Hitze eine unvollständig geschmolzene Schlacke und ein ungahres Eisen.

Zu Pillersee in Tyrol sind bereits seit 1834 Schmelzversuche mit Torf und Holzkohle angestellt. Die neuerdings im März 1857 bekannt gemachten Resultate einer Arbeitszeit von 66 Wochen bestehen im Folgenden. Der durchschnittliche Gichtensatz bestand in 381 Pfd. Eisenstein, 18 Pfd. Frischschlacke, 2 Pfd. Wascheisen, 15.8 Kubikfuß Holzkohle, 4.04 Kubikfuß lufttrocknen Torfs. Temperatur des Windes 211° R., Pressung desselben 20.21 Linien Quecksilber. Die Resultate dieser Torfgichtung im Vergleich mit entsprechenden Versuchen ohne Torfzusatz bestehen darin, daß 100 Kubikfuß lufttrockner Torf 51 Kubikfuß Holzkohle zu ersetzen vermögen, oder, dem Gewichte nach, daß 32.84 Pfd. dasselbe leisten wie 13.44 Pfd. Holzkohle. Bei der angegebenen Gichtung wurde ein, dem mit alleiniger Holzkohle gewonnenen ganz gleiches Eisen erhalten.

Noch günstigere Resultate sind auf den fürstlich Dietrichsteinschen Eisenwerken zu Ransko in Böhmen gewonnen. Der, mittelst der Gichtflamme gedörrte Torf wird der Holzkohle im Verhältniß von 70 Raumtheilen des ersteren zu 30 Raumtheilen der letzteren zugesetzt.

Die großen Abweichungen in der Beschaffenheit des Torfs, sowohl hinsichtlich seiner organischen Substanz als auch des Gehaltes an Phosphor, Schwefel und erdigen Bestandtheilen, machen es ganz unthunlich, allgemein gültige Daten über seine Verwendbarkeit zu geben. Frühere Versuche zu Rothehütte am Harz gaben keine besonders günstigen Resultate; bei Versuchen auf der Altenauer Hütte erwiesen sich die Kosten von Kohlen und Torf als gleich. Versuche in Irland gaben günstige Resultate, denn das mit Torf geschmolzene und gepuddelte Eisen soll dehnbarer als schwedisches gewesen sein, doch sind diese Angaben nur mit Vorsicht aufzunehmen.

Durch Pressen verdichteter Torf würde zwar dem natürlichen vorzuziehen, aber als Material zum Hohofenbetrieb zu kostbar sein.

4) Torfkohle. Ueber die Verwendung derselben in Hohöfen liegen nur wenige Erfahrungen vor, welche ergaben, daß nur eine schwere, kompakte, nicht leicht zerbröckelnde, und nur wenig Asche hinterlassende Torfkohle in Verbindung mit Holzkohle zu genügenden Resultaten führte. Die Weitläufigkeiten und Kosten der Verkohlung stehen außerdem dieser Benutzungsart entgegen. Dennoch soll in Irland auch mit Torfkohle ein sehr gutes Eisen gewonnen werden.

5) **Braunkohle** hat bei allen bis jetzt angestellten Versuchen theils wegen des bedeutenden Aschengehaltes derselben, theils wegen ungenügender Hitze, nur negative Ergebnisse geliefert.

6) **Unverkohltes Holz.** Das Holz kann theils im gewöhnlichen lufttrocknen, theils im gedörrten oder im halbverkohlten Zustande, als sogenannte rothe Kohle, zur Anwendung kommen. Diese letztere aber bietet bei der Darstellung im Großen, der genau innezuhaltenden Temperatur wegen, zu bedeutende Schwierigkeiten, als daß sie zu einer ausgedehnten Anwendung sich eignen könnte. Dem gedörrten Holz ist vor dem lufttrocknen unbedingt der Vorrang einzuräumen, doch kann auch das letztere mit Vortheil zur Anwendung kommen, vorausgesetzt, daß die Höhe des Ofenschachtes hinreicht, um in den oberen Regionen die Entwässerung des Holzes zu gestatten, ohne daß die dadurch entstehende Abkühlung die Reduktionszone zu weit herabdrückt, was bei rohem Holz noch um so mehr zu befürchten ist, als auch die im Ofen vor sich gehende Verkohlung eine Wärmekonsumption, und in Folge deren eine Abkühlung bedingt.

Nach den bis jetzt gesammelten Erfahrungen kann mit Vortheil rohes Holz nur in Verbindung mit gahr gebrannter Holzkohle angewendet werden, und zwar ist es zuläßig, bei vorhergehendem Dörren, was ohne erhebliche Kosten mittelst der Gichtflamme geschieht, die Hälfte des gesammten Holzes im rohen, die Hälfte im verkohlten Zustande anzuwenden, wogegen bei nur lufttrocknem Holz dasselbe nur ¼ des Ganzen betragen darf. Um das gebräuchliche, ziemlich kostspielige Zerschneiden in kurze, etwa 9 Zoll lange Klötze zu umgehen, empfiehlt Tunner, es, bei hinreichender Weite der Gicht, in ganzen Scheiten einzulegen.

Die theilweise Verwendung von Holz im rohen unverkohlten Zustande kann unter günstigen Verhältnissen eine Ersparung von 20 bis 25 Prozent gestatten; da sie jedoch eine abgeänderte Ofenkonstruktion verlangt, bis jetzt aber nur in gewöhnlichen Holzkohlenöfen vorgenommen wurde, so hat sie im Allgemeinen nur wenig Verbreitung gefunden, wie sie denn namentlich nur auf französischen und einigen kärnthner Eisenwerken üblich zu sein scheint. In den Ardennen besonders sollen viele Hohöfen mit gedörrtem Holz und heißer Gebläseluft arbeiten und sich dabei gut befinden. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika existiren mehrere Eisenwerke, z. B. das der Kompagnie von Westpoint

im Hudsonthal, welche mit rohem Holz und Holzkohle schmelzen; auf dem letztgenannten Werk betrug das Holz ⅓ des ganzen Brennstoffs. Frühere Versuche zu Plons bei Sargans im Kanton St. Gallen, bei welchen Braun- und Rotheisenstein mit gedörrtem Holz und Holzkohle verschmolzen wurden, in solchem Verhältniß gemengt, daß die Hälfte der Kohlen durch ein gleiches Volumen Holz ersetzt wurde, gaben, mehrere Monate lang fortgesetzt, eine Ersparung von etwa 25 Prozent.

Auch zu Rübeland am Harz wurde im Jahre 1851 ein länger fortgesetzter Schmelzversuch mit Holz und Holzkohle gemacht, der zu sehr günstigen Resultaten führte. Das Holz, in kleine, 9 Zoll lange und etwa 4 Zoll im Quadrat dicke Stücke zertheilt, wurde mit einem gleichen Maß Holzkohlen aufgegeben, und zwar zeigte sich der Betrieb am vortheilhaftesten mit Fichtenholz und harten Kohlen. Der Gebläsewind war auf 100° R. erwärmt, die Pressung betrug 1 Zoll Par. Dabei fand ein gesteigerter Gichtenwechsel und in gleichem Maße auch gesteigerte Produktion Statt.

Trotz der bei allen Versuchen gewonnenen günstigen Resultate ist es dennoch der Verwendung von rohem Holz nie gelungen, sich allgemeineren Eingang zu verschaffen, theils wegen der Kosten der Zerkleinerung, theils wegen der erhöhten Transportkosten des Holzes, theils, weil das Schmelzen damit an Gleichförmigkeit und Sicherheit jedenfalls hinter dem mit reiner Holzkohle zurücksteht. Endlich darf auch nicht unerwähnt bleiben, daß sich in den französischen Werken mehrfach sehr gefährliche explosionartige Gasentwicklungen einstellten, wobei durch das plötzliche Herausschlagen der Flamme aus der Ofenbrust tödtliche Verbrennungen der Arbeiter vorkamen.

d) Erzeugung von Roheisen mittelst Gas.

Die schon früher von Minkle, Onion, Laas und Anderen ausgesprochene Idee den Hohofenprozeß zu trennen, und zwar Reduktion und Schmelzung in besonderen Oefen vorzunehmen, um dadurch gewisse Vortheile zu erlangen, namentlich um nach Belieben Roheisen, Stahl oder Stabeisen zu gewinnen, ist neuerdings von Gurlt weiter ausgebildet und wirklich in's Leben gerufen. Als Reduktions- und Schmelzmittel dienen nach seiner Methode Generatorgase (m. s. weiter unten), welchen, zum Zweck der Reduktion, nicht die zu ihrer Verbrennung nöthige Menge Luft zugeführt wird, so daß sie mittelst der noch unverbrannt übrigbleibenden

Kohlenwasserstoffe und des Kohlenoxydgases reduzirend und zugleich kohlend wirken. Man ersieht, daß diese Art der Eisengewinnung, falls sie sich bewähren sollte, die Möglichkeit in Aussicht stellt, ganz ohne Holz und Steinkohle, mit den schlechtesten, fast werthlosen Brennmaterialien, namentlich Braunkohlenklein und Torf, welche gute Generatorgase liefern, die Eisenfabrikation betreiben zu können, ja, daß selbst die Wahrscheinlichkeit, ein sehr reines, wenigstens schwefelfreies Eisen zu bekommen, vorliegt, weil brennende Gase, selbst wenn sie schweflige Säure enthalten sollten, keinen Schwefel an das Eisen abgeben.

Zu dieser Reduktion, wobei das Eisenoxyd der Erze zu metallischem Eisen reduzirt, vielleicht auch schon in gewissem Grade gekohlt, aber nicht geschmolzen werden, vielmehr in dem Zustande einer lockeren Masse (Eisenschwamm) verbleiben soll, wird von dem Erfinder ein Schachtofen angewandt, dessen schräg liegender Schacht mit dem Horizont einen Winkel von 70° macht, damit die Erze sich nicht zu fest auflegen und den Gasen den Durchgang erschweren. In 5 Fuß Höhe über dem Boden befinden sich an zwei gegenüberstehenden Seiten je vier Oeffnungen, durch welche die Generatorgase mit Luft gemischt einströmen. Der Luftzufluß kann durch Hähne regulirt werden, und durch eine Oeffnung nahe über dem Boden zieht man die reduzirten Erze aus. Daß nun die richtige Regulirung der Luft und der Gase, um eine geeignete Temperatur und zugleich die nöthige reduzirende Wirkung zu erlangen, sehr große Schwierigkeiten verursachen und lange Erfahrungen erfordern werde, ist zwar nicht zu bezweifeln, eben so wenig aber auch die Möglichkeit eines befriedigenden Erfolgs. Die von Gangart möglichst befreiten und, wenn nöthig, zuvor gerösteten Erze werden auf der Gicht in nußgroßen Stücken aufgegeben. Bei der Regulirung des Feuers ist besonders darauf zu sehen, daß die Reduktionszone des Ofens nie so heiß werde, um eine Schmelzung der Eisenoxyde herbeizuführen, weil sie, ein Mal verschlackt, nicht mehr reduzirt werden würden. Nach erfolgter Reduktion ist dagegen von einer reichlich starken Hitze ein wesentlicher Nachtheil nicht mehr zu befürchten, da eine etwa eintretende Schmelzung der folgenden Operation nur günstig vorarbeiten würde.

Zu dem zweiten Theil des Prozesses dient ein Flammenofen von der Einrichtung eines Gaspuddelofens, auf dessen Herd die mit einem angemessenen Flußmittel (Kalk) beschickten Erze verschmolzen werden.

Nach erfolgter Schmelzung wird die Schlacke abgezogen und das Eisen in beliebige Formen abgestochen. Da nun die durch Generatorgase zu erlangende Hitze erfahrungsmäßig zum Schmelzen von Roheisen völlig hinreicht, so ist, wenigstens bei gutartigen Erzen, deren erdige Bestandtheile der Schlackenbildung nicht zu hartnäckig widerstehen, an der Möglichkeit auch dieses Schmelzprozesses nicht zu zweifeln.

Es soll in der Nähe von Rheinbach, am Eingang in den Flammersheimer Wald, zwei Meilen von Bonn, ein kleines Hüttenwerk nach dem Gurltschen System bereits seit Mitte 1857 vollendet sein, und einen 36 Fuß hohen Reduktionsofen nebst großem Gasflammofen und ein durch Wasserkraft getriebenes Zylindergebläse enthalten, über dessen Betriebsresultate jedoch noch nichts zur Oeffentlichkeit gelangt ist.

e) Benutzung der Hohofengase.

Die ebenso interessante wie wichtige und folgenreiche, schon im Jahr 1821 von Aubertot ausgesprochene Idee der Anwendung brennbarer Gase als Brennmaterial wurde zuerst von dem württembergischen Bergrath Fabre du Faur auf dem Wasseralfinger Eisenwerke im Großen zur Ausführung gebracht, indem er die, in einem Hohofen sich bildenden brennbaren Gase vor ihrer Verbrennung sammelte und durch eine Röhrenleitung abführte, um sie zur Heizung eines Puddelofens zu benutzen. Fielen nun auch die Resultate in so fern nicht ganz befriedigend aus, als die Entwicklung der Gase im Hohofen nicht gleichmäßig genug erfolgte, um den Betrieb des Puddelofens mit der erforderlichen Regelmäßigkeit und ohne Störungen zu unterhalten, so war doch die Möglichkeit erwiesen, mittelst der Hohofengase eine selbst bis zur Weißgluth gehende Hitze hervorzubringen. Da sich auch bei späteren Versuchen die Heizung der Puddelöfen mit Hohofengasen als schwierig und unsicher herausgestellt hat, besonders wenn der Hohofen mit heißem Winde betrieben wird, in welchem Fall die Gichtgase wegen des größeren Gehaltes an Kohlensäure weniger wirksam sind, so ist zwar diese Anwendung allgemein verlassen; dagegen aber bedient man sich ihrer mit außerordentlichem Vortheil zu anderen Zwecken, wie zum Heizen der Dampfkessel, zum Erhitzen der Gebläseluft, zum Rösten der Erze, zum Heizen von Zementstahlöfen, selbst zum Ziegel- und Kalkbrennen.

Die chemische Zusammensetzung der Hohofengase ist häufig untersucht und je nach der Region, aus welcher sie entnommen wurde, verschieden gefunden. Während sich der Stickstoff der Gebläseluft mit Ausnahme der jedenfalls sehr kleinen, in Cyan übergegangenen Menge desselben, unverändert wiederfindet, ist dagegen der Sauerstoff vollständig verschwunden und theils in Kohlenoxyd, theils in Kohlensäure verwandelt, deren Verhältniß zu einander die Heizkraft des Gases bedingt, indem nur das Kohlenoxyd brennbar, die Heizkraft, abgesehen von einer kleinen Menge Wasserstoff- und Kohlenwasserstoffgas, allein von ihm abhängig ist.

In einem Kokesofen zu Vienne fand Ebelmen die Gase verschiedener Regionen folgendermaßen zusammengesetzt:

	Teufe unter der Gicht.		
	0 Meter.	1 Meter.	4.36 Meter.
Kohlensäuregas	11.58	2.77	0.57
Kohlenoxydgas	25.24	31.83	33.59
Wasserstoffgas	2.48	1.81	1.38
Stickstoffgas	60.70	63.59	64.46
	100.00	100.00	100.00

Sowohl aus diesen, wie auch aus allen anderen Analysen von Hohofengasen hat sich übereinstimmend ergeben, daß sie unmittelbar unter der Gicht ärmer an Kohlenoxyd, dagegen reicher an Kohlensäure waren, als in zunehmender Teufe, offenbar weil das Kohlenoxyd schon in den oberen Regionen mit den frisch aufgegebenen Erzen in Wechselwirkung tritt und ihre Reduktion beginnt, wobei es durch Aufnahme von Sauerstoff aus dem Eisenoxyd sich in Kohlensäure umwandelt. Als Brennmaterial besitzen daher die unmittelbar unter der Gicht entnommenen Gase geringeren Werth, als die aus größerer Teufe; es ist aber klar, daß bei zu frühzeitiger Entziehung der Gase die Reduktion der Erze verzögert, mithin der normale Gang des Ofens in gewissem Grade gestört werden müsse, wenn man ihm die reduzirenden Gase entzieht bevor sie ihre Wirkung vollenden konnten. In allen Fällen daher, welche nicht gerade einen sehr hohen Hitzgrad verlangen, so namentlich bei Dampfkesseln, beim Erhitzen der Gebläseluft, beim Erzrösten, u. dgl. ist jedenfalls anzurathen die Gase unmittelbar unter der Gicht, und nicht aus einer tieferen Region des Ofens aufzufangen.

Vorrichtungen zum Abfangen der Gichtgase. — Fig. 6 auf Taf. 64 zeigt die Einrichtung des Wasseralfinger Hohofens. Durch die Oeffnungen a a und die von da schräg aufsteigenden Kanäle treten die Gase in einen horizontalen ringförmigen Kanal b b, von wo sie durch das vertikale Rohr d d d herabströmen. c c Reinigungsöffnungen. Sämmtliche Kanäle liegen in dem Mauerwerk des Hohofens, wodurch der Abkühlung der Gase vorgebeugt ist.

Eine andere, jetzt sehr übliche Art, die Gase nahe unter der Gicht zu fassen, besteht darin, die Gicht mit einem eingehängten, etwa 5 bis 6 Fuß langen Zylinder von starkem Eisenblech zu versehen, wie dies bei h in Fig. 7 und 8 auf Taf. 64 und in Fig. 16 auf Taf. 66 dargestellt ist. Man ertheilt dem Schacht hier wohl eine Erweiterung, so daß ein ringförmiger, etwa 9 Zoll weiter Raum entsteht, in welchem sich die Gase sammeln und aus welchem sie durch einen seitlichen Kanal abgeführt werden. Die Befestigung des Zylinders geschieht durch eine starke Eisenplatte, die auf dem Mauerwerk aufliegt und eine große Oeffnung von dem Durchmesser des Zylinders enthält, innerhalb welcher der Zylinder befestigt ist Da nun beim Aufgeben der Kohlen- und Erzgichten der Zylinder stets bis oben voll gehalten wird, so bildet der Inhalt einen zwar unvollkommenen aber doch genügenden Verschluß, um die Gase größtentheils durch das Abzugsrohr entweichen zu machen, wenn auch freilich ein kleiner Theil sich zwischen Kohlen und Erz einen Weg aus der Gicht bahnt und verloren geht. Bei dem Gasfang Fig. 16 auf Taf. 66 ist statt der Erweiterung des Schachtes ein eiserner Kanal c c angebracht, aus welchem die Gase durch das weite Rohr p abströmen. Ein Ventil S dient theils zur Reinigung, theils auch als Sicherheitsventil bei etwaigen explosionartigen Entzündungen. Die Gase gelangen erst in ein unten offenes Reservoir B, welches unten durch Wasser geschlossen ist, in welchem sich ein guter Theil des Flugstaubes sammelt und so von Zeit zu Zeit entfernt werden kann. Durch P′ gelangen sie weiter am Ofen herab nach dem Ort ihrer Bestimmung.

Die Gichtgase sind in Folge der starken Beimischung von Stickstoff- theilweise auch von Kohlensäuregas bei gewöhnlicher Temperatur schwer entzündlich, weshalb man Sorge zu tragen hat, das Rohr, in welchem sie von der Gicht bis zu den Heizapparaten herabgeleitet werden, mit Mauerwerk oder sonstigen schlechten Wärmeleitern zu

umgeben, um die Wärme, mit welcher sie aus der Gicht entweichen, möglichst ihnen zu erhalten. Die Verbrennungsluft soll in möglichst zertheiltem Zustande den Gasen zugeführt werden, um mit ihnen sich innigst zu mischen und eine plötzlich verbrennende Gasmischung zu bilden. Dabei ist es zweckmäßig, dieses Zusammentreffen und die Entwicklung der Flamme in einem besonderen kleinen Raum, dem Mischungsraum, vor sich gehen, und die Flamme erst von hier in den eigentlichen Heizraum treten zu lassen. Hohe Temperaturen können nur dadurch erzielt werden, daß die Verbrennungsluft erhitzt und mittelst eines Gebläses unter mäßiger Pressung durch eine größere Anzahl kleiner Düsen eingeblasen wird, und es hat sich eben auf diesem Wege die Möglichkeit herausgestellt, selbst die zum Betrieb von Puddelöfen erforderliche Weißglühhitze herauszubringen.

Anwendung der Hohofengase. Es gehört dahin

1) Die Benutzung zum Rösten der Erze, wie sie namentlich auf mehreren schwedischen und schottischen Eisenwerken üblich ist. Der schwedische Röstofen ist ein runder Schachtofen mit flach pyramidal erhöhter Sohle und 3 Ausziehöffnungen. Das durch eine weite Röhrenleitung vom Hohofen herkommende Gas gelangt in einen ringförmigen Kanal inmitten des Mauerwerks des Röstofens, steigt von da durch 12 ebenfalls in dem Mauerwerk befindliche kurze vertikale Kanäle aufwärts und gelangt aus ihnen in 12 horizontale Kanäle und so in den Ofenschacht, wo es durch die in die Ausziehöffnungen eindringende Luft verbrennt.

2) Die Erhitzung der Gebläseluft. Eine Vorrichtung dieser Art wurde bereits im Vorhergehenden, auf Seite 656 beschrieben.

Häufig findet man auch das nach Art des oben beschriebenen Wasseralfinger Apparates konstruirte Röhrensystem, statt durch die Gichtflamme, durch abgeleitete Hohofengase geheizt, wie dies z. B. auf dem neuen Eisenwerke zu Neustadt am Rübenberge unweit Hannover geschieht.

3) Kesselfeuerung; die am meisten übliche, und aus den bereits entwickelten Gründen besonders angemessene Benutzungsart der Hohofengase. Der Rost des Kessels wird zwar beibehalten, dient aber nur dazu, um beim Beginn der Heizung das Gas zu entzünden und zur ersten Erwärmung des Ofens und Kessels mit beizutragen; später bleibt er außer aller Wirksamkeit, wo dann auch der Aschenraum dicht

geschlossen wird. Ganz am vorderen Ende des Kesselofens, nahe über der kleinen zum Rost führenden Thüre, ist ein mit der Gasleitung kommunizirender gußeiserner Kasten angebracht, mit einer dem Heizraum zugekehrten, nur wenige Zoll breiten aber etwa 2 Fuß langen spaltförmigen horizontalen Oeffnung zum Ausströmen der Gase. Die zum Einblasen des heißen Verbrennungswindes dienenden Düsen gehen durch den Gaskasten (die Gasbatterie) und deren Gasausströmungsöffnung hindurch und münden gleich hinter derselben, damit der gleichzeitig mit den Gasen einströmende heiße Wind sich innigst mit denselben mische, und so die rasche Verbrennung herbeiführe. Steht ein hoher kräftig ziehender Schornstein zur Disposition, so gelingt es auch ganz ohne Gebläse und mit kalter Luft eine zur Dampfentwicklung genügende Temperatur im Heizraum zu erlangen. Die in der Batterie liegenden Düsen öffnen sich dann nach außen in die freie Atmosphäre, können aber hier durch Scheibenventile beliebig verengt werden, um nach Erforderniß nur gerade die zur Erregung der höchsten möglichen Hitze nöthige Luft einzulassen.

Da sich übrigens auf Eisenwerken zum Betrieb der Dampfkessel durch die verlorene Hitze der Verkokungs-, so wie der Puddel- und Schweißöfen Gelegenheit bietet, so ist die Anwendung der Hohofengase zu demselben Zweck weniger gebräuchlich, als sie andernfalls sein würde.

Heizung von Dampfkesseln durch Hohofengase findet man unter anderen zu Geislautern bei Dillingen, auf der Friedrich-Wilhelmshütte bei Mühlheim a. d. Ruhr, zu Neustadt am Rübenberge bei Hannover u. s. w.

Da während des Abstichs beim Hohofen gewöhnlich der Wind abgestellt, folglich die Gasfeuerung unterbrochen wird, während dieses Stillstandes aber leicht atmosphärische Luft in die Gasleitung gelangen und dadurch gefährliche Explosionen veranlassen kann, so bedarf es hierzu besonderer Vorsichtsmaßregeln. Bevor nämlich die Maschine still gesetzt ist, werden zwei Schieber des Gaskanales, einer oben an der Gicht, der andere unten dicht vor den Kesseln geschlossen um die Gase in dem Kanal möglichst einzuschließen. Ist nach vollendetem Abstich wieder angeblasen, so öffnet man den oberen Schieber der Gasleitung, unten aber den zu einer Nebenleitung führenden Schieber, um die möglicher Weise mit Luft verunreinigten Gase direkt in den Schornstein abzuleiten. Nachdem dies kurze Zeit gedauert hat und man

annehmen kann, daß alle Luft beseitigt ist, läßt man die Gase wieder zu den Kesseln, deren 2 für eine 60pferdige Dampfmaschine auf solche Art sehr gut geheizt werden können.

4) Die Erhitzung der Zementstahlöfen. Auf dem württembergischen Hüttenwerke Friedrichsthal ist seit Beginn des Jahres 1855 durch den Hütteninspektor Reusch ein Zementstahlofen erbaut und in Betrieb gesetzt, dessen Erhitzung durch Hohofengase erfolgt und nichts zu wünschen übrig läßt, indem die zum Zweck der Zementation erforderliche, dem Schmelzpunkt des Kupfers gleichkommende Hitze sehr leicht und sicher erreicht und mittelst angebrachter Regulirungsvorrichtungen gleichmäßig unterhalten wird. Das aus feuerfesten Steinen zusammengefügte Zementirgefäß befindet sich in einem, mit einem Tonnengewölbe überspannten Ofen nicht freistehend, sondern dergestalt eingemauert, daß die Flamme an der einen Seite von unten durch 6 Feuerkanäle aufsteigend sich in dem niedrigen Raum über dem Gefäße ausbreitet und sodann an den andern 3 Seiten durch ähnliche Kanäle wieder absteigt, um auch unter dem Boden des Gefäßes fortzuziehen und endlich in den 30 Fuß hohen Schornstein zu gelangen. Es findet also eine Zirkulation der Flamme durch die zahlreichen Feuerkanäle um das Zementirgefäß Statt, welches dennoch durch seine Verbindung mit der Ofenmauer mittelst der zwischen den Kanälen befindlichen Zungen hinreichende Festigkeit erlangt. Die Hohofengase treten durch drei horizontale spaltförmige Schnauzen in die davor befindlichen Sammelräume, während kalte atmosphärische Luft ebenfalls durch spaltförmige Oeffnungen unmittelbar über jenen Schnauzen einströmt. Durch Schieber kann der Gas-, so wie der Luftzutritt regulirt werden.

B. Stabeisenfabrikation.

a) Vorbereitung zum Puddeln. Ueber das Feinmachen des zum Puddeln unmittelbar nicht wohl geeigneten grauen Roheisens und das dazu dienende Feineisenfeuer ist schon in dem Hauptwerk Bd. V. S. 177 gehandelt. Diese Behandlung des Roheisens, deren Zweck dahin geht, einen Theils schon eine vorläufige Entkohlung zu bewirken, andern Theils das graue Roheisen in weißes umzuwandeln, kann dem Eisen dadurch nachtheilig werden, daß sich sein Gehalt an Schwefel vermehrt, woraus dann der Fehler der Rothbrüchigkeit hervorgeht. Indem nämlich der Herd des Feineisenfeuers mit Kokes oder selbst

mit roher Steinkohle gefüllt, diese mittelst der Gebläse in vollen Brand gesetzt und das Eisen darauf niedergeschmolzen wird, so daß es tropfenweise zwischen den Kokes herabrinnt und dadurch mit denselben in sehr vielfache Berührung tritt, kann es kaum fehlen, daß nicht ein Theil des in den Kokes immer noch enthaltenen Schwefeleisens aufgenommen wird. Da nun die Anwesenheit einer sehr geringen Menge von Schwefel im Stabeisen, kaum 4 Tausendtheile des Ganzen betragend, den Fehler des Rothbruches zu veranlassen hinreicht, so kann besonders bei stark schwefelhaltigen Kokes das Feinmachen im Feineisenfeuer von sehr nachtheiliger Wirkung sein.

Man hat den beim gepuddelten Eisen nicht selten vorkommenden Fehler des Rothbruches wohl dem Puddelprozesse selbst zugeschrieben und angenommen, daß das auf dem Herd befindliche Eisen aus den darüber hinwegstreichenden Gasarten die schwefelige Säure zersetzen und Schwefel aufnehmen könne. Vergleichende Versuche auf einem belgischen Eisenwerk haben jedoch das Gegentheil, nämlich die völlige Unschädlichkeit des Puddelns erwiesen. Es wurde aus einer und derselben Sorte sehr reiner Erze theils mit Kokes, theils mit Holzkohle Roheisen dargestellt und dasselbe sodann ohne vorheriges Feinmachen auf gewöhnliche Art, jedes für sich, in demselben Ofen und von denselben Arbeitern verpuddelt. Das aus dem Kokesroheisen dargestellte Stabeisen zeigte in bemerklichem Grade den Fehler des Rothbruches, das aus dem Holzkohleneisen dagegen war von diesem Fehler vollkommen frei, als Beweis, daß es beim Puddeln keinen Schwefel aufgenommen haben konnte. Wenn sich daher im gepuddelten Eisen ein Schwefelgehalt vorfindet, so muß derselbe entweder im Hohofen oder im Feineisenfeuer hineingekommen sein. Ein Versuch, aus reinen Erzen erblasenes Holzkohlenroheisen mittelst Kokes fein zu machen, und den Schwefelgehalt vor und nach dem Feinmachen mittelst der chemischen Analyse zu bestimmen, würde über den Grad der Nachtheiligkeit des Feineisenfeuers entschieden haben.

Diese jedenfalls vorhandene Gefahr für die Reinheit des Eisens wird vermieden, wenn das Feinmachen in einem Flammofen, dem Weißofen geschieht, indem hier eben so wie beim Puddeln das Eisen nur mit verbrannten Gasen, nicht mit dem Brennmaterial selbst in Berührung kommt. Das Eigenthümliche des Weißofens, der übrigens ein gewöhnlicher Flammofen ist, liegt darin, daß durch mehrere schräg

abwärts geneigte Düsen heiße Gebläseluft auf das im Herd befindliche geschmolzene Eisen geleitet, und dadurch die beabsichtigte theilweise Entkohlung bewirkt wird. Die Weißöfen können mit jedem beliebigen Brennmaterial, vorzüglich gut mit Gasfeuerung betrieben werden, wie eine solche weiter unten bei dem schlesischen Gas-Weißofen beschrieben ist.

b) Doppel-Puddelöfen. — An die Stelle der gewöhnlichen, bereits im Hauptwerk beschriebenen Puddelöfen haben die Doppel-Puddelöfen vielfach Eingang gefunden, deren Abweichung von den einfachen darin besteht, daß sie zwei einander gegenüberliegende Arbeitsthüren haben, so daß zwei Arbeiter zugleich auf demselben Herde arbeiten, der dafür auch in Breite (nicht in Länge) den einfachen Puddelofen übertrifft.

Die Ansichten über Vor- und Nachtheile der Doppel-Puddelöfen sind getheilt. Während von einer Seite ihnen entschieden der Vorzug eingeräumt wird, weil sie bei verdoppelter Produktion eine bedeutende Brennmaterialersparniß gewähren, in der Anlage wohlfeiler sind als zwei einfache, auch eine Ersparung an Arbeitslohn bedingen, in so fern ein einfacher Ofen vier, ein Doppel-Puddelofen dagegen nur sechs Arbeiter erfordert, wird ihnen von anderer Seite vorgeworfen, 1) daß durch die beiden einander gegenüberliegenden Thüren eine nachtheilige Abkühlung eintrete, 2) daß die Kontrole der Arbeiter erschwert werde, indem, wenn schlechte Produkte gewonnen werden, sich nicht entscheiden läßt, welchen Arbeiter die Schuld trifft.

Wenn nun auch bei hohen Preisen des Brennmaterials gegen eine Ersparung desselben andere Rücksichten in den Hintergrund treten, und den Doppelöfen der Vorrang gebühren mag, so scheint doch unter den gewöhnlichen Verhältnissen von der Mehrzahl der Hüttenmänner einfachen Oefen der Vorrang eingeräumt zu werden.

Von einer nachtheiligen Abkühlung durch die zwei Arbeitsthüren kann übrigens nur bei Puddelöfen mit gewöhnlicher Rostfeuerung die Rede sein, bei welchen allerdings durch den Zug des Schornsteins Luft in die Arbeitsthüren eindringt. Bei Gasfeuerung findet im Gegentheil durch den gewaltsam eingeblasenen Verbrennungswind ein Austreten der Flamme aus den Arbeitsthüren Statt, so daß von Eindringen kalter Luft nicht die Rede sein kann.

c) Anwendung von Torf und Braunkohle beim Puddeln des Eisens. — Die allgemeine Verbreitung der Puddlingfrisch-

methode auf dem größten Theil der Eisenwerke des Kontinents, welchen mitunter Braunkohle und Torf zu niedrigen Preisen zu Gebote stehen, hat Veranlassung gegeben, dieselben als Brennmaterial beim Puddeln zu verwenden. Es kann dies auf zweierlei Art geschehen, entweder direkt, oder indirekt mittelst der aus ihnen gewonnenen Generatorgase.

Die direkte Verwendung der Braunkohle findet unter anderen in bedeutender Ausdehnung Statt in dem mit Braunkohlen betriebenen Walzwerk im Sauforst bei Regensburg. Ungeachtet die Braunkohle dieses Werkes Schwefelkies in fein eingesprengtem Zustande in nicht unbeträchtlicher Menge enthält, hat sich doch kein nachtheiliger Einfluß desselben gezeigt. Sie enthält im grubenfeuchten Zustande gegen 50 Prozent Wasser, von welchem sie erst durch freiwilliges Trocknen, sodann durch Dörren in eignen Dörröfen befreit werden muß. Die auf diesem Werk gebräuchlichen Puddelöfen zerfallen hinsichtlich der Feuerung in zwei Klassen: in solche mit horizontalem Rost und solche mit Treppenrost. Bei den Oefen der ersten Klasse befindet sich die 1½ Fuß breite und 1 Fuß hohe Einfüllöffnung für das Brennmaterial in der vorderen Ofenwand, und der Fuchs mündet hier, wie auch bei den übrigen Oefen, in einen Raum, über welchem ein Dampfkessel liegt, welcher auf diese Art durch die verlorene Wärme des Puddelofens geheizt wird. Von dort ziehen die Ofengase in, unter der Hüttensohle liegende Kanäle, welche sie den hohen eisernen Schornsteinen zuführen, deren jeder gemeinschaftlich für mehrere Oefen dient. Die Dimensionen der Puddelöfen weichen im Feuerraum von denen der gewöhnlichen mit Steinkohlen geheizten durch viel bedeutendere Größe ab. Länge des aus 25, oben ¾ Zoll von einander abstehenden Stäben bestehenden Rostes 5½ Fuß rheinl., Breite desselben 4 Fuß, Höhe vom Rost bis zur Feuerbrücke 2½ Fuß, so daß der Feuerraum reichlich 44 Kubikfuß Braunkohle faßt. Die übrigen Dimensionen kommen mit denen gewöhnlicher Puddelöfen ziemlich überein. Der Einsatz in diese Oefen beträgt 650 Pfund, kann jedoch bis auf 800 Pfund erhöhet werden. Das Puddeln geschieht von beiden Seiten durch zwei einander gegenüberliegende Thüren. Das Aufgeben des Brennmaterials erfolgt während jeder zweistündigen Charge zwei Mal, nämlich zu Anfang und kurz vor dem Luppenmachen. Zur Erzielung des gehörigen Hitzgrades, zugleich aber auch, um die Flamme mehr auf das Eisen nieder zu drücken, wird in die Flamme vor ihrem

Eintritt in den Herd mittelst 6 Düsen ein starker Strom sehr heißer Luft eingeblasen. Die Erwärmung des Windes geschieht in einer, in der Wand der Feuerbrücke angebrachten Kammer, welche durch die ganze Breite des Ofens geht, von dem Feuerraum nur durch eine starke Eisenplatte getrennt ist, und zwei Mal von der Windleitung durchzogen wird. Diese ist, nach ihrem Austritt aus der Kammer, oben quer über den Ofen geführt und zwar so, daß ihre Längenachse genau senkrecht über der, dem Roste zugewendeten Kante der Feuerbrücke liegt. Von dieser Windleitung aus gehen die genannten 6 Düsen abwärts durch das Ofengewölbe in solcher Richtung, daß ihre Verlängerung eine auf der dem Herde zugewendeten Kante der Feuerbrücke errichtete senkrechte Linie in einer Entfernung von 7 Zoll über der Feuerbrücke durchschneidet.

Nach ungefähren Angaben stellt sich der Verbrauch an Braunkohle in diesen Oefen auf 27 bayerische Kübel à 2 Zentner zu 5 Chargen, oder nahe 11 Zentner pro Charge, was, bei Abzug von 10 Prozent für Luppenverlust im Feuer auf 1000 Pfund Luppeneisen etwa 1800 Pfund ausmacht.

Die Oefen mit Treppenrost haben, ebenso wie die vorhergehenden, einen außerordentlich großen Feuerraum. Der Rost, dessen höchster Punkt ungefähr in gleicher Höhe mit dem Schlackenboden liegt, besteht aus 14 horizontal durch die Ofenbreite gelegten Stäben von 1½ Zoll Dicke und 3½ Zoll Breite, die etwa 1½ Zoll Zwischenraum haben; er ist unter einem Winkel von 36° geneigt; sein tiefster Punkt berührt fast die Hüttensohle und steht von der vorderen Wand der Feuerbrücke um 1½ Fuß ab. Der hierdurch auf dem tiefsten Punkt des Feuerraumes zwischen Rost und Feuerbrücke entstehende Raum ist durch seitlich angebrachte Thüren, welche zur Entfernung der Asche dienen, zugänglich und in denselben Raum wird kalter Wind durch eine Röhrenleitung, welche unten vor der ganzen Breite des Rostes herläuft, aus sechs etwas in den Feuerraum hineinragenden Düsen eingeblasen, welcher gegen einen 4 Quadratzoll im Querschnitt haltenden, in dem Feuerraum auf dessen Sohle ruhenden, ebenfalls durch die ganze Ofenbreite sich hinziehenden Balken prallt und dadurch aufwärts in das Feuer hinein getrieben wird. Die übrigen Dimensionen des Ofens, so wie der Apparat zum Einblasen heißer Luft in die Flamme stimmen mit denen des Ofens mit horizontalem Roste überein.

Das Einfüllen der Braunkohlen geschieht von oben her entweder durch trichterförmige, oben verschlossene Ansätze der vordern Wand, oder durch eine besondere, schornsteinartig vorn auf den Feuerraum aufgebaute Etage, welche die ganze Breite des Ofens einnimmt, 4 bis 5 Fuß hoch und 3 Fuß tief ist und oben in ihrer hinteren Wand zwei Einfüllthüren neben einander hat, durch welche ein oben auf dem Ofen stehender Arbeiter die Kohlen einschaufelt. Der Braunkohlenverbrauch dieser Oefen, deren Feuerraum 60 bis 80 Kubikfuß brennender Kohlen faßt, stellt sich bedeutend größer, nämlich zu 14⅔ Ztr. pro Charge von 400 Pfd. Roheisen.

Die Wirkung der Braunkohle zeigt sich bei dieser Einrichtung der Oefen, namentlich dem außerordentlich großen Feuerraum, völlig zufriedenstellend; der Ofen ist stets weißwarm, jede der gewonnenen Luppen völlig gahr und die Bearbeitung derselben unter dem Quetschwerk, namentlich das Ausquetschen der Schlacke geht aufs beste von Statten.

Auch zu Leoben und Judenburg in Steiermark findet Puddeln mit direkter Braunkohlenfeuerung Statt. Die Oefen sind einfache mit Treppenrost. Mit Aufwand von durchschnittlich 150 Pfd. Stückbraunkohlen auf 100 Pfd. Puddeleisen werden in 12 Stunden 8 bis 10 Chargen à 4 bis 5 Ztr. Roheisen gepuddelt.

Torf kann in ähnlicher Art zum Puddeln angewandt werden, vorausgesetzt, daß er durch scharfes Trocknen oder Dörren möglichst entwässert wurde. Verwendung von Torf zum Puddeln kommt auf einigen französischen Eisenwerken, zu Königsbronn in Würtemberg, auf der Maximilianshütte bei Traunstein in Oberbayern u. a. O. vor. Der auf diesem letzteren Werke zur Verwendung kommende Torf, theils Stich-, theils Form- und Schlagtorf wird zur Hälfte im gedörrten, zur Hälfte im lufttrocknen Zustande angewandt. Zum Zweck des Dörrens ist über dem hinteren Theil des Puddelofens und des nur mit einem dünnen Mauerwerk überspannten Fuchses eine gemauerte Kammer angebracht, in welche der Torf in Schiebkasten von Bandeisen liegend eingeschoben wird, und worin er 2½ Stunden verbleibt. Das Eigenthümliche des Ofens liegt in der Feuerung, deren Einrichtung in Fig. 10 auf Taf. 63 dargestellt ist. Der Torf brennt auf einem 28 Zoll breiten Rost a, welcher horizontal 2 Fuß unter der Feuerbrücke liegt. Das Aufgeben geschieht von oben durch ein 7 Zoll im Quadrat haltendes Schürloch b. Die Feuerbrücke besteht aus zwei

gußeisernen Kästen, deren vorderer c, die Windbatterie, im Querschnitt ein Dreieck mit zwei geraden und einer zylindrisch gewölbten Fläche bildet, welche letztere, um das baldige Durchbrennen zu verhindern, auf der Oberfläche durch angegossene Stacheln rauh gemacht und mit feuerfestem Thon beschlagen ist. Der obere spitze Winkel enthält einen 26 Zoll langen und $^3/_8$ Zoll hohen Schlitz, aus welchem die heiße Gebläseluft schräg aufwärts gegen die Mitte des Ofengewölbes aufsteigt um die auf dem Herd befindlichen Luppen nicht zu verbrennen. Das zweite, hinter der Windbatterie befindliche, also dem Herd zugekehrte Feuerbrückenrohr i von rektangulärem Querschnitt bildet die Hinterseite der Feuerbrücke. Die Gebläseluft geht zuerst durch dieses Rohr, sodann durch ein unter der Herdplatte liegendes Röhrensystem, tritt von da durch das Rohr d und das vertikale Rohr e in die Batterie, um sich hier noch stärker zu erwärmen und durch die erwähnte Oeffnung auszuströmen. Der durchschnittliche Verbrauch an Torf beträgt $15^1/_2$ Kubikfuß pro Ztr. Luppen.

Auch Holz findet in einigen holzreichen Gegenden Frankreichs und Steiermarks beim Puddeln Anwendung, muß jedoch, um den nöthigen hohen Hitzgrad hervorbringen zu können, gedörrt werden, was bei den erforderlichen großen Quantitäten eine wesentliche Schwierigkeit herbeiführt.

Die Verwendung von Hohofengasen zum Puddeln hat, wie schon im Vorhergehenden erwähnt, sich nicht bewährt, wogegen die Heizung der Puddelöfen mit Generatorgasen mit vollkommen genügenden Resultaten und ökonomischen Vortheilen belohnt worden ist. Es wird von dieser wichtigen Erfindung im Nachfolgenden ausführlicher die Rede sein.

d) Bessemer's Methode der Entkohlung des Roheisens. Dieses, jedenfalls sehr eigenthümliche Verfahren zur Darstellung von Stabeisen oder Stahl beruht auf der Idee, das geschmolzene Roheisen einem mitten hineingeleiteten Strom heißer Gebläseluft auszusetzen, der, weit entfernt eine Abkühlung und Erstarrung des Eisens zu bewirken, einen lebhaften Verbrennungsprozeß einleitet, wobei der Kohlenstoff des Roheisens, freilich aber auch ein guter Theil des Eisens selbst verbrennt, das rückständige Eisen aber, je nachdem der Prozeß mehr oder weniger lang fortgesetzt wurde, im Zustande von Stabeisen oder Stahl geschmolzen zurückbleibt.

Das Bessemer'sche Verfahren und der dazu verwendete Apparat ist von dem Erfinder mehrfach abgeändert. Nach der neuesten Einrichtung besteht er in einem sehr großen Tiegel oder langgestreckten Topf von starkem Eisenblech, im Inneren mit einer Ausfütterung von feuerfestem Thon in der Art ausgeschlagen, daß zwei Räume, ein größerer unterer, eiförmig gestalteter und ein kleiner oberer in Gestalt eines ganz flachen Trichters entsteht, welche beide Räume durch einen kurzen Kanal in Verbindung sind. Die obere Abtheilung ist dann noch durch einen, ebenfalls mit Thon gefütterten und aufgeschraubten Deckel versehen und enthält zwei seitliche Oeffnungen zum Entweichen der Luft. Am tiefsten Punkt des Bodens tritt eine Düse durch den Thonbeschlag, in welche aus einem sehr kräftigen Gebläse heißer Wind unter starker Pressung eintritt. Beim Gebrauch setzt man zuerst das Gebläse in Thätigkeit und füllt hierauf die untere Abtheilung durch ein dazu bestimmtes Seitenrohr etwa zur Hälfte mit geschmolzenem Roheisen, welches durch den gewaltsam hindurchstreichenden Luftstrom in heftige Bewegung gesetzt, und in Folge des Verbrennungsprozesses, wobei der aus den oberen Seitenöffnungen entweichende Luftstrom glühende Schlacken- und Eisentheilchen in Menge mit fortreißt, auf einen erhöhten Grad der Schmelzhitze gebracht wird. Das Gelingen hängt nun besonders von dem richtig getroffenen Augenblick der Unterbrechung, also dem Grade der Entkohlung ab.

Nach den vielen, zum Theil widersprechenden Nachrichten über die in England angestellten Versuche scheint bis jetzt noch kein günstiges Resultat erzielt worden zu sein, theils wegen des großen Abbrandes, also Eisenverlustes, theils weil das erhaltene Eisen ein blättrig körniges Gefüge und so geringe Festigkeit besaß, daß es als Stabeisen ganz unbrauchbar war.

e) Gewinnung von Stabeisen direkt aus den Erzen. — Die allerälteste Methode der Eisengewinnung, im Allgemeinen mit dem Namen Rennarbeit, und je nach kleinen Abweichungen als Stücköfenwirthschaft oder Luppenfrischarbeit bezeichnet, von welcher bereits in dem Hauptwerk, Bd. V, S. 235 gehandelt wurde, bewirkt die Darstellung des Roheisens und die weitere Umwandlung desselben in Stabeisen in einem und demselben Feuer, liefert zwar im Allgemeinen ein sehr reines Eisen, bedingt aber so bedeutende Verluste durch Abbrand, so großen Verbrauch an Brennmaterial, und eignet sich aus

diesen Gründen so wenig zur Ausführung im Großen, daß sie nur wenig mehr in Anwendung ist.

In einer wesentlich abgeänderten Form aber ist sie wieder aufgetaucht, zuerst durch Clay, welcher die Erze mit Kohle gemengt in einer eisernen Retorte glühete um die Reduktion zu bewirken, sie sodann in einem Schweißofen zur Schmelzhitze brachte und als Luppe dem Zängen und Auswalzen übergab.

Eine verbesserte Abänderung des Clay'schen Verfahrens ist von dem Amerikaner Renton erfunden und zu Newark im Staate New-Jersey bereits im Großen zur Ausführung gekommen, indem hier zwei Oefen seit länger als einem Jahre in regelmäßigem Betriebe sind. Das Eisenerz (Magneteisenstein) wird gepocht und mit 15 bis 18 Prozent ebenfalls gepochtem Anthrazit gemengt, in aufrechtstehende flache Röhren geschüttet, deren Erhitzung durch die Ueberhitze des Flammofens selbst in genügendem Maße Statt finden soll, und nach erfolgter Reduktion durch Oeffnen einer Klappe auf den Herd des Flammofens herabgelassen, wo man es wie beim Puddeln zu Luppen zusammen arbeitet. Während der Zeit des Luppenmachens, wobei zugleich die etwa im Erz enthaltene Bergart und die Asche des Anthrazits sich mit einem Theil nicht reduzirten Eisenoxyduls zu flüssiger Schlacke vereinigen sollen, wird die nächste Füllung der Röhren reduzirt und so mit einem und demselben Feuer die Reduktion und die Luppenbildung, also die Darstellung von entkohltem Eisen erzielt, welches schließlich nur noch des Zängens und Auswalzens bedarf, um als fertiges Stabeisen in den Handel zu kommen. Der Abgang an Eisen durch Schlackenbildung soll bei recht reinen Erzen und geringem Aschengehalt im Anthrazit nicht größer sein als bei der gewöhnlichen Eisenarbeit, und jeder der beiden Oefen in 24 Stunden 2 Tonnen Luppen liefern. Als hauptsächlichstes Hinderniß, welches der allgemeineren Verbreitung dieses sinnreichen, praktisch vollkommen gut ausführbaren Verfahrens entgegenstehe, bezeichnet Thoma, dem man eine ausführliche Beschreibung desselben verdankt, die Bedingung sehr reiner, leicht reduzirbarer, gutartiger Erze, eine Bedingung, die nur selten bei großen Erzmassen sich erfüllen dürfte.

Zu den Methoden der Eisengewinnung direkt aus den Erzen gehört ferner eine ganz neuerdings von dem Engländer Curtis erfundene aber noch nicht zur Oeffentlichkeit gelangte, wobei sowohl Reduktion wie auch Entkohlung in dem Schacht einer Art Hohofen erfolgen soll.

Die von dem Franzosen Chenot erfundene Behandlung der Eisenerze, wobei sie durch Kohle zu Eisenschwamm reduzirt und hierauf durch Zementation und Schmelzung in Stahl umgewandelt werden, kann dem Artikel Stahl vorbehalten bleiben.

f) Generatorgase. — Die nicht nur für die Metallurgie, sondern für die gesammte Technik ebenso interessante, wie hochwichtige Erfindung der absichtlichen Bereitung brennbarer Gase zum Zwecke ihrer Verwendung als Brennmaterial datirt vom Jahr 1838, wo die kurz vorher aufgekommene Benutzung der Hohofengase als Heizmaterial, und die dabei beobachteten Uebelstände, besonders in Fällen, wo es sich um eine sehr hohe und gut zu regulirende Temperatur handelte, namentlich bei Puddel- und Schweißöfen auf die Idee führte, in kleinen Schachtöfen auf ähnliche Art wie im Hohofen dieselben Gase künstlich zu bereiten, wobei denn jene Unsicherheiten und Störungen hinwegfielen, zugleich aber bedeutende Vortheile, nämlich die Möglichkeit, auch schlechte, werthlose Brennstoffe zu verwenden, ein von Kohlensäure ziemlich freies Gas und eine ganz reine, aschenfreie Flamme zu erhalten, in Aussicht standen. Vielfältige Versuche der Art, besonders auf verschiedenen Kärnthener, aber auch auf anderen deutschen und auf französischen Hüttenwerken haben zu so unerwartet günstigen Resultaten geführt, daß sich die Gasfeuerung mehr und mehr verbreitet und ohne Zweifel einer großen Zukunft entgegensieht.

Das Prinzip der Gaserzeugung beruht darauf, die zu verwendenden Brennstoffe in einer verhältnißmäßig hohen Schicht in einem besonderen Ofen, Generator, liegend, durch einen von unten zugeleiteten Luftstrom nur in der unteren Schicht im Brennen zu halten, damit die in dieser Zone gebildete Kohlensäure in Berührung mit der glühenden Kohle der nächst höheren Zone sich in Kohlenoxyd umsetzen könne, welches bei seinem Fortrücken durch die höheren Schichten, diese einer trocknen Destillation unterwerfe, so daß außer dem Kohlenoxyd auch noch die Produkte der trocknen Destillation, also gas- und dampfförmige Kohlenwasserstoffe, gebildet werden. — Gesetzt, ein schachtförmiger, also verhältnißmäßig hoher Ofenraum sei mit einem natürlichen Brennstoff, z. B. Torf, gefüllt, dieser werde unten entzündet, und mittelst der durch den Rost eindringenden Luft im Brennen erhalten, so wird sich die Verbrennung auf die untere Schicht beschränken, weil die durchstreichende Luft schon hier ihren Sauerstoff abgibt, folglich in

den höheren Schichten nicht mehr im Stande ist, den Verbrennungsprozeß zu unterhalten; aber die glühend heißen Gase, wenn sie auch zur Verbrennung nicht mehr taugen, verbreiten doch durch die ihnen inwohnende Glühhitze in den höheren Schichten eine hinreichend hohe Temperatur, um die chemische Zersetzung des Torfs, also die Entwicklung brennbarer, gas- und dampfförmiger Kohlenwasserstoffverbindungen zu bewirken. Es findet also inmitten der heißen Gase ganz so, wie in einem verschlossenen Gefäße eine trockene Destillation und Verkohlung Statt, so daß der Torf bei dem allmähligen Herabsinken durch den Schacht mehr und mehr sich zersetzt und zuletzt im völlig verkohlten Zustande sich der Verbrennungszone nähert. Hier tritt die nun fertige Kohle im glühenden Zustande mit der ebenfalls glühenden Kohlensäure in Berührung, Kohlenoxydgas wird gebildet, welches nebst dem Stickstoff der Luft weiter fortrückt, sich mit den gas- und dampfförmigen Kohlenwasserstoffen vermischt und endlich aus einer oberen Seitenöffnung des Generators abgeleitet wird. Während also in der unteren Verbrennungsschicht lebhafte Verbrennungshitze herrscht, befindet sich der Inhalt der oberen Schichten kaum in anfangender Glühhitze; weil theils bei der Umwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxydgas, theils aber auch bei der trockenen Destillation in Folge der Gasbildung eine Bindung von Wärmestoff, mithin eine Erniedrigung der Temperatur eintreten muß.

Selbstverständlich würde von einer trocknen Destillation und der Bildung von Kohlenwasserstoffen bei Anwendung von Holzkohle oder einem andern, schon vorher verkohlten Brennstoffe nicht die Rede sein können, welche nur Kohlenoxyd liefern, weshalb es auch durchaus zweckwidrig sein würde, behufs der Erzeugung von Generatorgasen das Brennmaterial vorher zu verkohlen. Unter Umständen jedoch, wo Kohlenlösche oder sonstige Kohle in staubförmigem und daher als direktes Brennmaterial unbrauchbarem und werthlosem Zustande zu erhalten ist, kann dieselbe im Generator mit zu Gute gebracht werden.

Man ersieht aus diesen Betrachtungen den Unterschied zwischen Generator- und Hohofengasen, deren erstere in einem Gemenge von Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, dampfförmigen Kohlenwasserstoffen, Stickstoffgas und Wasserdampf, letztere dagegen aus Kohlenoxydgas, etwas Kohlensäuregas und Stickstoffgas bestehen. Ein Wassergehalt der Generatorgase ist selbst bei der schärfsten Austrocknung

unvermeidlich, indem bei der trocknen Destillation durch Zusammentritt von Sauer- und Wasserstoff sich Wasser bildet, welches sich freilich entfernen ließe, wenn man die Gase vor dem Eintritt in den Ofen durch eine Kühlvorrichtung leitete; indessen würde der mit einer solchen Kühlung verbundene Nachtheil verminderter Brennbarkeit durch die Vortheile der Beseitigung des Wasserdampfes kaum aufgewogen werden. Die Gegenwart von Wasserdampf in den brennenden Generatorgasen stört allerdings in so fern den Effekt, als er eine Verdünnung der ohnehin durch den Stickstoff der Luft verdünnten brennbaren Gasarten bedingt.

Die im Generator entwickelten Gase gelangen entweder durch einen möglichst kurzen Kanal, um nicht vorher abzukühlen, oder auch durch eine Kammer, um staubförmig mitgerissene Kohle und Asche abzusetzen, in eine Abtheilung des Ofens, wo sie sich in geeigneter Weise mit zuströmender kalter, oder besser heißer Luft vermischen und so zur Verbrennung kommen.

Die in der Verbrennungszone des Generators sich bildende Asche würde sich immer mehr ansammeln, wenn sie nicht durch einen Rost oder durch besondere Oeffnungen in der Seite des Ofens von Zeit zu Zeit herausgezogen würde. In dem Maße, wie sich der Brennstoff allmählig verzehrt und herabsinkt, wird durch eine obere Oeffnung im Generator von Zeit zu Zeit nachgegeben, wobei Sorge zu tragen ist, die Füllung stets auf gleicher Höhe zu halten, weil erfahrungsmäßig der Effekt der Gasfeuerung ganz besonders auf der, nur durch Versuche zu ermittelnden, weder zu geringen, noch auch zu großen Höhe der Füllung beruht. Um während des Aufgebens durch Oeffnung des Generators keinen Gasverlust zu haben, muß auf irgend eine wirksame Art dem Entweichen der Gase vorgebeugt werden, wie es überhaupt von Wichtigkeit ist, die Wände des Generators, am besten durch eine Bekleidung mit Eisen, völlig dicht zu machen, damit kein Kohlenoxydgas entweichen könne, dessen giftige Wirkungen zu Betäubungen und Erstickungen der Arbeiter führen können und in der That schon geführt haben. Uebrigens kann von einem solchen Entweichen der Gase durch Undichtigkeiten nur dann die Rede sein, wenn der Luftzutritt durch ein Gebläse gewaltsam erzwungen wird und das Brennmaterial sich in fein zertheiltem Zustande befindet, so daß es dem freien Luftzuge Widerstand leistet und dadurch einen in geringem Grade erhöheten Luftdruck

zuläßt. Besteht das Brennmaterial aus einzelnen größeren Stücken, z. B. Torfziegeln, deren große Zwischenräume der Luft mit Leichtigkeit den Durchgang gestatten, und steht außerdem der Ofen mit einem hohen Schornstein in Verbindung, so kann im Innern des Generators nie eine Verdichtung, dagegen wohl eine, wenn auch geringe, Verdünnung der Luft, und bei vorhandenen Undichtigkeiten ein Zuströmen von atmosphärischer Luft in den Generator eintreten, indem dadurch eine Verbrennung der Gase im Generator herbeigeführt wird.

Eine solche partielle Verbrennung der Gase im Generator wird zwar gewöhnlich nicht beabsichtigt, indessen findet man, wie weiter unten gezeigt werden wird, auf mehreren Eisenwerken Gasgeneratoren in deren oberen Gasraum heiße Gebläseluft getrieben wird.

Der Effekt der Gasfeuerung beruht wesentlich auf der Trockenheit des Brennmaterials, welches, um seine ganze Wirksamkeit zu entwickeln, durch künstliches Dörren möglichst entwässert sein sollte. Es ist zwar von einigen Seiten die Meinung ausgesprochen, als trage der Wassergehalt zur Vermehrung der brennbaren Gase bei, wie bekanntlich Wasserdampf in Berührung mit glühender Kohle sich mit derselben in Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure umsetzt. Hierzu aber bieten die im Generator obwaltenden Verhältnisse durchaus keine Gelegenheit, weil schon in den obersten Zonen die Entwässerung des frisch aufgeschütteten Brennmaterials in einer noch nicht die Glühhitze erreichenden Temperatur vor sich geht, die entwickelten Wasserdämpfe aber von dem Gasstrom mit fortgerissen werden, folglich mit der glühenden Kohle nicht mehr in Berührung kommen. Auf der anderen Seite bedingt das Wasser einen Wärmeverlust, weil es zur Verdampfung einer bedeutenden Wärmemenge bedarf, die den heißen Gasen im Generator entzogen wird, folglich dem Gesammteffekt verloren geht. Von dem Nachtheil des Wasserdampfes durch die Verdünnung der Gase, oder, was dasselbe ist, durch die Verminderung der Menge der gleichzeitig im Ofenraum befindlichen brennenden Theile, war schon im Vorhergehenden die Rede. Nichts desto weniger wird häufig das Dörren des Brennmaterials unterlassen und die Erfahrung lehrt, daß dennoch, bei übrigens gutem Material und zweckmäßigem Betriebe, eine sehr hohe, selbst für Puddel- und Schweißöfen hinlängliche Hitze erzielt werden kann.

Der Brennstoff soll sich im zerkleinerten Zustande befinden, um in den unteren Verbrennungszonen der Kohlensäure eine möglichst

große Berührungsfläche darzubieten und ihre Umwandlung in Kohlenoxyd zu begünstigen. Größere Zwischenräume zwischen den Stücken des Brennmaterials bieten den Gasen so leichten Durchgang, daß ein Theil der Kohlensäure unzersetzt bleiben und dann in doppelter Hinsicht nachtheilig wirken muß, ein Mal, so fern sie in ähnlicher Art wie der Wasserdampf, eine Verdünnung der Gase und verminderte Entzündlichkeit veranlaßt, dann auch, weil in ihr ein Theil des Kohlenstoffes unbenutzt verloren geht. Die größere Wirksamkeit der Generatorgase im Vergleich zu den Gasen des Hohofens beruht, wie schon oben erwähnt, zum Theil auf dem geringeren Gehalt an Kohlensäure, und es muß beim Betrieb der Generatoren auf möglichst vollständige Zersetzung der Kohlensäure mit besonderer Aufmerksamkeit hingearbeitet werden. Befindet sich das Brennmaterial im Zustande größerer Stücke, so läßt sich der Mangel kleinerer Zertheilung durch größere Höhe der Füllung einigermaßen, aber nie ganz ersetzen.

Der Grad der Zerkleinerung steht in unmittelbarem Zusammenhange mit der zu wählenden Art der Luftzuführung, denn während bei größeren Stücken der natürliche, durch einen gut ziehenden Schornstein hervorgerufene Luftzug hinreichen kann, erfordert feinere Zertheilung nothwendig einen gewaltsam mittelst eines Gebläses erzwungenen Luftstrom. Man macht in dieser Beziehung einen Unterschied zwischen Zug- und Gebläsegeneratoren. Findet sich Gelegenheit, das Gebläse mittelst frei disponibeler Wasserkraft zu betreiben, so liegt darin jedenfalls ein großer Vortheil. Wenn bei mangelnder Wasserkraft die Gase zum Heizen eines Puddel-, Schweiß- oder sonstigen Flammofens dienen, deren verlorene Hitze dann zum Betrieb einer Dampfmaschine verwendet werden kann, so erwächst zwar aus dem Betrieb des Gebläses ein Verlust an Triebkraft, welcher sonst auf andere Art nutzbar zu machen wäre, aber dennoch kann in Fällen, wo das Brennmaterial sich von Natur im feinzertheilten Zustande befindet, z. B. bei Anwendung von Braunkohlenlösche oder Steinkohlengrus, welche auf den Gruben als werthlos weggeworfen werden, der kleine Kraftaufwand für die Gebläse in keinen Betracht kommen gegen die übrigen Vortheile der Gasfeuerung.

Die Einrichtung eines Generators mit natürlichem Luftzug für Torf, nach Bischof, zeigt Fig. 6 auf Taf. 63. a der viereckige Schacht; b der Rost; c die zur gelegentlichen Reinigung des

Rostes vorhandene, für gewöhnlich immer geschlossene Thürplatte; d die obere Deckplatte, welche die zylindrische Verlängerung des Schachtes schließt. fff drei durch Steine verschließbare Oeffnungen zur Beobachtung des normalen Ganges. Von Wichtigkeit ist der Absatz gg, wodurch sich, da das Brennmaterial beim Herabsinken diesen Absatz nicht vollständig füllt, ringsum ein natürlicher Sammlungskanal bildet, der das Gas bequem, und ohne Flugstaub mit fortzureißen, nach dem Kanale h führt. Ein Schieber i in diesem Kanal dient zur Regulirung des Gasstromes, also überhaupt der Gasentwickelung.

Es ist bei diesem Generator vorausgesetzt, daß er beständig ganz bis nahe unter den oberen Deckel gefüllt bleibe. Bei Anwendung von Torf ist es rathsam zur Vermeidung der allzugroßen Zwischenräume einen Zusatz von etwa $1/_{10}$ Kohlenlösche, Torfmull, Sägespänen o. dgl. zu geben, welchen man nach dem Aufgeben des Torfs oben aufschüttet, um schon so einen für die Gase ziemlich undurchdringlichen Verschluß in dem Aufsatze zu bilden. Es ist bei diesem Generator ferner angenommen, daß die Asche leicht und mit geringer Nachhülfe durch den Rost herabfalle. Bei solchen Torfgattungen, deren Asche geneigt ist zu zähen Massen zusammenzubacken, kann es nöthig werden, besondere Seitenöffnungen nahe über dem Rost anzubringen, aus welchen man von Zeit zu Zeit die verschlackte Asche herauszieht, und welche nicht verschlossen zu werden brauchen, da sie sich mit Kohle und Asche hinlänglich verlegen, ein kleiner Luftzutritt durch dieselben aber nicht schadet.

Gebläsegeneratoren. Sie unterscheiden sich von denen mit natürlichem Luftzug dadurch, daß der Luftzug durch ein Gebläse gewaltsam erzwungen wird. Die Zuführung der Luft erfolgt entweder durch eine Anzahl kleinerer Düsen, welche in einiger Entfernung über dem Boden oder auch im Boden selbst sich befinden, oder auch durch den Rost.

Fig. 7 auf Taf. 63 zeigt einen Generator dieser Art. a das aus feuerfesten Steinen innerhalb einer eisernen Bekleidung gebildete Schachtfutter, bb die Düsen, von einer gemeinschaftlichen Windleitung cc ausgehend. Zwei einander gegenüberstehende Aschenlöcher d dienen zum Ausziehen der Asche, welches übrigens nur in dem Maße geschehen darf, daß der untere Raum des Ofens unterhalb der Düsen stets mit Asche gefüllt bleibt, welche somit einen luftdichten Verschluß bildet,

ohne daß es nöthig wäre, die Aschenlöcher künstlich zu schließen. e das Abzugsrohr für die Gase, f der Aufgebetrichter. Da die Mündungen der kleinen Düsen durch anschmelzende Schlacke sich leicht verstopfen, so ist es nothwendig sie von Zeit zu Zeit reinigen zu können, zu welchem Zwecke in der äußeren Windleitung den Düsen entsprechend Löcher gebohrt sind, durch welche eine Räumnadel eingeführt werden kann. Diese Löcher werden natürlich nach erfolgter Reinigung durch eingesteckte Stopfen verschlossen.

Es hat sich unter Umständen zweckmäßiger erwiesen, den Gebläsewind nicht von der Peripherie aus direkt, sondern durch einen über den Düsen liegenden Rost von unten in den Schacht eintreten zu lassen, weil sich bei dieser Anordnung der Luftstrom gleichförmiger auf alle Theile der Füllung vertheilt. Die Beschaffenheit der Asche, je nachdem sie sich leicht verschlackt und die Zwischenräume der Roststäbe verstopft, oder staubförmig hindurchfällt, kommt bei der Wahl der einen oder anderen Anordnung wesentlich in Betracht.

Es dürfte überhaupt für jetzt noch unmöglich sein, eine bestimmte Konstruktion der Generatoren als allgemein gültig und als beste zu empfehlen, wie denn auch bis jetzt fast überall, wo man den Gebrauch der Gasfeuerung einführte, ein längeres Experimentiren erforderlich gewesen ist, um die den örtlichen Verhältnissen angemessenste Einrichtung der Generatoren zu ermitteln und die Handhabung derselben festzustellen. Fast überall zeigten sich im Anfang große Schwierigkeiten in der Erzielung eines regelmäßigen Ganges und einer gleichmäßigen hohen Temperatur, und erst nach vieler Uebung gelang es, das erstrebte Ziel zu erreichen.

Wenn nun gleich der ursprüngliche Zweck der Gasfeuerung dahin gerichtet war, auch werthlose, zur Rostfeuerung untaugliche Brennstoffe nutzbar zu machen, und zugleich die Verunreinigung des Flammofens durch Flugasche zu vermeiden, so haben sich doch außerdem so bedeutende Vortheile hinsichtlich der Heizkraft herausgestellt, daß man vielfältig angefangen hat, selbst gute, zur Rostfeuerung vollkommen geeignete Brennstoffe auf Gasfeuerung zu benutzen. Der Grund aber dieser höheren Heizkraft scheint folgender zu sein:

Wenn bei gewöhnlicher Rostfeuerung ein Brennstoff den höchstmöglichen Hitzgrad entwickeln, und er zu dem Ende einer raschen vollständigen Verbrennung unterliegen soll, so bedarf er, damit diese

Aufgabe sicher erreicht werde, und es jedenfalls nicht an Sauerstoff mangele, eines Ueberschusses von atmosphärischer Luft, denn es würde schwierig, wenn nicht unmöglich sein, dauernd den Luftzutritt durch den, mit Asche und Brennstoff bedeckten, und dadurch theilweise bedeckten Rost so zu reguliren, daß das Feuer weder überschüssigen Sauerstoff erhalte, noch auch Mangel daran leide. Jeder Ueberschuß an Luft aber führt einen Verlust an Heizeffekt herbei, weil er, ohne zur Wärmeentwicklung beizutragen, eine Abkühlung und zugleich eine Verdünnung der Flamme bewirkt. — Die Gasfeuerung beseitigt diese Schwierigkeit. Indem der Generator stets bis zu gleicher Höhe gefüllt, der Luftzufluß und ebenso die Gasentwicklung bis auf kleine Schwankungen unverändert bleibt, ist es leicht, den Gasverbrennungswind so zu reguliren, daß der zutretende Sauerstoff gerade zur Verbrennung hinreicht, oder vielmehr so, daß die Hitze im Ofen den höchstmöglichen Grad erreicht, und der Heizer hat es in seiner Gewalt, in jedem Augenblick durch Beobachtung der Glühhitze im Ofen, und Drehung des Registers der Windleitung die erstere auf ihr Maximum zu treiben. Hierbei erwächst für metallurgische Operationen noch der Vortheil, nach Belieben in jedem Augenblick ein oxydirendes oder reduzirendes Feuer hervorbringen zu können.

Eine von Schintz erfundene sehr sinnreiche Selbstregulirung hat den Zweck, die Menge der dem Generator zugeführten kalten Luft mit der Menge des heißen Verbrennungswindes stets in Uebereinstimmung zu halten, wobei freilich die Voraussetzung gemacht ist, daß nur ein vorher verkohltes Brennmaterial, also Kokes, Holz- oder Torfkohle zur Anwendung komme. Da nämlich im Generator die Kohle zu Kohlenoxyd, nachher im Ofen das Kohlenoxyd zu Kohlensäure verbrannt werden soll, zu beiden Verbrennungen aber gleiche Sauerstoffmengen erforderlich sind, so entstand die Aufgabe, die Gewichtsmenge des Generatorwindes mit der des Verbrennungswindes stets gleich zu halten, mochte nun die Temperatur, also auch das Volumen der letzteren sich noch so sehr ändern. Zu diesem Ende befindet sich in der viereckigen Generatorwindleitung eine Klappe, welche nach Art eines Thermostats nach Bedürfniß sich mehr oder weniger öffnet, und deren Drehung durch eine lange Kupferstange bewirkt wird, die in der Windleitung des heißen Verbrennungswindes liegt, und am einen Ende befestigt ist. Diese Stange dehnt sich, der Temperatur des heißen Windes

entsprechend mehr oder weniger aus und wirkt mit ihrem freien Ende durch eine Hebelverbindung auf die erwähnte Klappe, welche so eingerichtet sein muß, daß sie sich um so weiter schließt, je höher die Temperatur des Verbrennungswindes ist.

Leider kann diese Vorrichtung in den häufigeren Fällen der Verwendung von rohen unverkohlten Brennstoffen, welche im Generator einer trocknen Destillation unterliegen, deren Gase also außer Kohlenoxyd noch luft- und dampfförmige Kohlenwasserstoffe in wechselnden Verhältnissen enthalten, und wo die Mengen des Generator- und des Verbrennungswindes kein konstantes Verhältniß beobachten, nicht Anwendung finden.

Wie schon aus dem Vorstehenden erhellt, wird zur Erzielung hoher Temperaturen bei Gasfeuerung die zur Verbrennung der Gase dienende Luft stets in erhitztem Zustande durch eine Reihe von Düsen, gewöhnlich ihrer sieben, zugeführt, die in einer Reihe neben einander in der schmalen spaltförmigen Oeffnung ausmünden, aus welcher die Generatorgase in den Ofen eintreten, dergestalt, daß die Gase bei ihrem Eintritt sofort von den kräftigen Strömen der heißen Luft ergriffen, sich entzünden, und gewissermaßen eine Reihe von sieben kolossalen Löthrohrflammen bilden, welche auf den Herd des Ofens getrieben werden.

Zur Erhitzung des Verbrennungswindes dient gewöhnlich ein Röhrensystem, welches durch die aus dem Fuchs des Flammofens abziehende verlorene Hitze geheizt wird, denn die Erwärmung in einem, in der Feuerbrücke befindlichen Winderhitzungskasten, wie bei dem oben beschriebenen Torfpuddelofen und dem im Folgenden vorkommenden Müllerschen Gasschweißofen gestattet nur eine geringe, nicht leicht über 80° R. gehende Hitze.

Anwendung der Generatorgase. 1) Zum Heizen der Puddelöfen. — Diese besonders wichtige Benutzung der Gasfeuerung hat sich bereits vielfach, ganz besonders in den österreichischen Eisenwerken verbreitet, wo die Gase theils aus Braunkohle, theils aus Torf gewonnen werden.

Fig. 8 und 9 auf Taf. 63 zeigen einen Gaspuddelofen, erstere im vertikalen, letztere im horizontalen Durchschnitt. a ein gußeiserner Kasten, in welchen aus dem Generator die Gase gelangen und woraus sie durch eine spaltförmige Oeffnung in den Ofen strömen. b das

Röhrensystem zum Erhitzen der Gebläseluft, c die Windleitung, die bei d in einen flachen Kasten, die Windbatterie, und aus diesem in die 7 Düsen gelangt. e der Mischungsraum, in welchem sich die Flamme entwickelt; f der Herd; g die Arbeitsthüre; h der Fuchs; i Raum zum Vorwärmen des Eisens.

In holzreichen Gegenden hat sich selbst das Puddeln mit Holzgasen als vortheilhaft herausgestellt, wie dies z. B. auf den Eisenwerken zu Villotte bei Chatillon an der Seine der Fall ist. Das Holz (Eichen-, Buchen- und Lindenholz) wird auf eisernen Wägen liegend auf einer Eisenbahn in die großen Darrkammern gefahren, die durch lange weite Röhren geheizt sind, durch welche die aus dem Puddelofen abziehenden Gase ihren Weg nehmen. Das Darren dauert im Sommer 30, im Winter 48 Stunden und entzieht bei einer, zuletzt auf 130° C. steigenden Hitze dem Holz bis auf wenige Prozente seinen ganzen Wassergehalt, wobei dasselbe eine gelbliche Farbe annimmt. Der Generator ist im Querschnitt länglich viereckig, enthält unten einen Rost und zieht sich unter demselben zu einem geschlossenen Aschenraum zusammen, dessen Thür für gewöhnlich offen bleibt, indem bei der lockeren Beschaffenheit der Füllung der durch eine 12 Meter hohe Esse angeregte Zug im Allgemeinen zum Betrieb des Generators hinreicht. Sollte indessen die Hitze im Puddelofen sich nicht genügend zeigen, so schließt man die Thüre des Aschenfalles und läßt aus einer Windleitung kalte Gebläseluft einströmen, wodurch der Zuggenerator in einen Gebläsegenerator sich umwandelt und eine beschleunigte Gasentwicklung eintritt. Die Gase gelangen aus dem Generator in einen gemauerten vertikalen Kanal, in welchem sie herabsteigen, um von unten in einen weiten Raum zu treten, worin sich mitgerissene Kohlentheilchen und Staub absetzen, und in dessen oberer Vorderwand sich die Ausströmungsöffnung nebst den darin liegenden 7 Düsen befindet.

Das Puddeln bei Gasfeuerung geht im Allgemeinen vollkommen gut von Statten und liefert ein eben so gutes Eisen, wie bei Anwendung direkter Heizung; ein Uebelstand jedoch, der besonders bei sehr kleinem, staubförmigen Brennmaterial eintreten kann, besteht darin, daß der Gasstrom feinen Kohlenstaub mit sich führt, welcher auf den Herd gelangt und durch seine reduzirende Wirkung dem Frischprozeß störend entgegenwirkt. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, hat man versucht, die Gase durch ein oder selbst durch mehrere feine Drahtgitter zu leiten,

welche indessen sich leicht verstopfen und daher einer häufigen Reinigung bedürfen; oder man wendet einen Separationszylinder an, d. i. einen weiten eisernen Zylinder, welcher im Inneren durch eine vertikale, von oben bis nahe auf den Boden herabgehende Scheidewand in zwei, nur unten in Verbindung stehende Abtheilungen getheilt ist. Indem die Gase durch beide Abtheilungen ihren Weg nehmen, und bei der Größe des Raumes sich einigermaßen langsam fortbewegen, setzen sich die gröberen Kohlentheilchen zu Boden, wogegen der feine Flugstaub im Ofen schnell verbrennt. Von der Anwendung einer großen Separationskammer zu demselben Zweck war schon im Vorhergehenden, S. 682, die Rede.

Zur Erzielung einer zum Puddeln genügend hohen Temperatur mittelst eines Zuggenerators für Torf ist auf dem Harzer Eisenwerk zu Mandelholz die eigenthümliche Einrichtung getroffen, daß sich in der, dem Abzugskanale gegenüberliegenden Wand des Generators eine, die ganze Breite desselben einnehmende mit kleinen Löchern durchbrochene Eisenplatte in solcher Höhe befindet, daß der durch die Löcher in den Generator blasende Gebläsewind gerade über die Oberfläche der Torffüllung hinweg bläst. Hierdurch entwickelt sich die Flamme schon in dem oberen Raum des Generators, tritt von da sogleich in den Puddelofen und wird hier durch den aus einer Reihe schräg abwärts geneigter Düsen ausströmenden heißen Verbrennungswind zur vollständigen Verbrennung gebracht.

Auf dem neuen Eisenwerk zu Neustadt am Rübenberge unweit Hannover, wo ebenfalls mit Torfgasen gepuddelt wird, hat der Gebläsegenerator eine solche Einrichtung, daß der Generatorwind durch eine vielfach durchlöcherte Platte einströmt, welche sich in der Vorderwand nahe über dem Boden befindet.

2) Bei den Schweißöfen. Es ist neuerdings von Müller eine Gasfeuerung für Puddel- und Schweißöfen angegeben, deren Generator der Gestalt und Größe nach sich kaum von dem Feuerraum eines gewöhnlichen Puddelofens unterscheidet, indessen wesentlich dadurch abweicht, daß statt des Rostes ein Heizpult vorhanden ist, d. h. ein gußeiserner Kasten, dessen obere, den Rost vertretende Fläche nach der Seite des Ofens zu schräg geneigt ist, und eine Anzahl (45) Oeffnungen von 5 Wiener Linien Durchmesser enthält, durch welche der ursprünglich kalte, jedoch in dem eisernen Pulte sich auf etwa 60° R.

erwärmende Gebläsewind mit 3 Linien Quecksilber Pressung in vertikaler Richtung dem Brennmaterial zugeführt wird. In beiden Seitenwänden, nahe über dem Pult, sind schlitzförmige Oeffnungen, durch welche die zusammengefrittete Asche des Brennmaterials während der Arbeit herausgezogen werden kann. Da der Ofen mit einem gut ziehenden Schornstein in Verbindung steht, so findet eher ein Eindringen der äußeren Luft als ein Austreten der Gase aus diesen Oeffnungen Statt, die übrigens sich bald durch Asche verstopfen. Der heiße Verbrennungswind tritt durch sieben Düsen ein, die schräg durch das obere Gewölbe hindurchgehen und gerade über der Feuerbrücke münden, und sticht unter 45°, um die Flamme mehr dem Herd des Schweißofens zuzuführen. Die Erwärmung desselben erfolgt mittelst eines eisernen, in die Feuerbrücke eingesetzten Winderhitzungskastens, der aus 4 korrespondirenden Abtheilungen besteht, durch welche der Wind vor seinem Eintritt in die Düsen hindurchstreicht.

Der Müllersche Apparat soll auf dem Eisenwerk zu Buchscheiden in Kärnthen bei Puddel- und Schweißöfen theils mit Torfklein, theils mit einem Gemeng von Torfklein und gröberem Torf, theils mit Braunkohlenlösche sehr befriedigende Resultate geben.

3) Zum Fein- oder Weißmachen des Eisens. Wenn die Umwandlung des grauen Roheisens in weißes, als Vorbereitung zum Frischprozeß, nicht wie gewöhnlich in einem offnen Herd, dem Feineisenfeuer, sondern aus den schon oben besprochenen Gründen in einem Flammofen (Weißofen), bewerkstelligt wird, so kann auch hier die Gasfeuerung zur Anwendung kommen, wie dies auf der Königshütte in Oberschlesien der Fall ist. Das Brennmaterial (Steinkohle) wird in einem Generator, dessen vertikaler Durchschnitt eine Ellipse darstellt, mittelst durch 2 Düsen eingeleiteten heißen Gebläsewindes vergaset, und das Gas direkt durch einen kurzen horizontalen Kanal in den Arbeitsraum des Ofens geleitet. Der heiße Verbrennungswind tritt in einen, über jenem Kanal befindlichen Kasten und aus diesem durch einen horizontalen Schlitz mit Stechen ebenfalls in den Ofen. Es fehlt hier also der bei Gasfeuerungen sonst übliche Mischungsraum. Um den beim Weißmachen erforderlichen Ueberschuß an atmosphärischer Luft dem schmelzenden Eisen zuzuführen, sind zwei besondere Düsen vorhanden, welche von zwei entgegengesetzten Seiten des Ofens heiße Gebläseluft mit Stechen auf den Herd leiten.

4) Bei Kesselfeuerungen. Die Vortheile der Generatorgase werden sich zwar auch in solchen Fällen bei der Kesselfeuerung bewähren, wo schlechte, direkt auf dem Rost nicht wohl brauchbare Materiale, wie Torfmull, Braun- und Steinkohlenklein billig zu haben sind. Bei guten, zur direkten Heizung brauchbaren Brennstoffen dagegen dürfte kein bedeutender Vortheil in der vorhergehenden Vergasung liegen, weil bei Kesselfeuerungen weniger eine sehr intensive Hitze, als vielmehr die Menge der entwickelten Wärme in Betracht kommt, diese aber lediglich von der Gewichtsmenge der vorhandenen brennbaren Theile abhängt, mögen sich nun dieselben in rigidem oder gasförmigem Zustande befinden.

Die Anwendung der Gasfeuerung hat sich ganz besonders in den österreichischen Eisenwerken verbreitet, welche durch diese ebenso rationelle wie nutzbringende Neuerung das Interesse des Hüttenmannes in hohem Grade erwecken. Wir lassen eine kurze Zusammenstellung einiger vorzugsweise mit Gasfeuerung arbeitenden Eisenwerke folgen, indem wir hinsichtlich des Ausführlicheren auf die von Zerrenner[1] darüber gegebenen Mittheilungen verweisen.

1. Torfgashütten.

a) Buchscheiden in Kärnthen, 3½ Meilen von Klagenfurt. Dieses Werk erzeugt vorzugsweise Eisenbahnschienen und sonstiges Stabeisen für den italienischen und tiroler Markt, jährlich etwa 50000 Ztr., und bezieht das erforderliche Roheisen in weißen Floßen hauptsächlich aus Traibach in Kärnthen. Der in lufttrocknem Zustande zur Hütte gebrachte Torf wird in großen Magazinen untergebracht, von hier in die Dörrkammern geschafft, deren 23 vorhanden sind und je 800 bis 2400 Kubikfuß desselben fassen. Das Dörren geschieht bei einem Theil der Kammern mit heißem Wind, welchen man durch die verlorene Hitze eines Schweißofens erwärmt, bei den übrigen durch direkte Feuerung. Man dörrt bei etwa 50° R. und läßt den Torf im Ganzen 72 bis 84 Stunden in den Kammern.

Die Puddelöfen sind sämmtlich Doppelöfen, mehrere mit der im Vorhergehenden beschriebenen Müllerschen Heizvorrichtung. Bei den

[1] Zerrenner, Einführung, Fortschritt und Jetztstand der metallurgischen Gasfeuerung im Kaiserthum Oesterreich. Wien 1856.

Puddelöfen beträgt die Entfernung der Feuerbrücke von der Generatorsohle 27 Zoll, vom Gewölbe 17 Zoll; Länge der Feuerbrücke (unter Länge die Dimension in der Richtung der Ofenlänge verstanden) 18 Zoll; Breite derselben 4½ Fuß. Der Arbeitsraum hat 6 Fuß 3 Zoll Länge bei 6 Fuß Breite; Höhe des Gewölbes über der Mitte des Herdes 28 Zoll. Die Fuchsbrücke hat bei 15 Zoll Länge eine Breite von 27 Zoll, und steht 11 Zoll vom Gewölbe ab. Der Vorwärmherd, nur auf einer Seite des Doppelofens, ist 30 Zoll breit und 21 Zoll hoch. Der 42 Fuß hohe Schornstein hat 19 Zoll im Quadrat.

Die Schweißöfen unterscheiden sich, wie gewöhnlich, von den Puddelöfen durch das niedrigere Gewölbe und dadurch, daß der Fuchs weiter herabgezogen wird, so daß sich die Fuchsgewölbekante 4 Zoll unter die Arbeitsplatte senkt.

Der Einsatz in die Doppelpuddelöfen beträgt 750 Pfund Roheisen; der Brennstoff-Aufwand pr. Ztr. Luppeneisen 10 bis 12 Kubikfuß gedörrter Torf; der Abbrand 6 Prozent. Es werden in 5 Stunden 3 Chargen gemacht.

Beim Schweißen leichterer Ware beträgt der Abgang 12, bei zweimaligem Schweißen 15 Prozent; der Torfverbrauch bei einmaligem Schweißen 10,3, bei zweimaligem Schweißen 18,6 Kubikfuß Torf pr. Ztr. Ware.

Auch das Anwärmen des Stabeisens zum Planiren unter Schwanzhämmern geschieht in Gasöfen.

b) Rothburgahütte zu Freudenberg in Kärnthen, 1½ Wegstunden von Klagenfurt. Zum Dörren des Torfs sind 8 Dörrkammern von solcher Größe, daß sie 37800 Torfziegel, auf dem hölzernen Roste liegend, aufnehmen können. Die stets offenen, zu je 4 in einer Dörrkammer angebrachten, 4 Zoll im Quadrat haltenden Abzugsöffnungen liegen in gleichem Niveau mit dem Roste. Bis zu 80° R. erhitzter Wind wird im Betrage von 1600 Kubikfuß pro Minute in 4 Dörrkammern zu gleichen Theilen fast ohne Pressung eingeführt und zwar durch besondere eiserne Röhren, die von den hinter den Puddelöfen angebrachten und durch die verlorene Hitze derselben erwärmten Röhrensystemen ausgehen. Die Dörrung erfordert gewöhnlich 4 Tage.

Bei dem Doppelpuddelofen beträgt die Höhe des Generators 5 Fuß 1 Zoll bei 2 Fuß Weite und 3 Fuß Tiefe; Höhe des Schlackenraumes 10,5 Zoll; er besitzt zwei Windeinströmungsöffnungen von

5 Zoll Breite und 2,5 Zoll Höhe; Abstand des Generators vom Herde 2 Fuß; Abstand der Feuerbrücke vom Gewölbe 7 Zoll. Dieselbe hat, von der Herdplatte aus gemessen, 12 Zoll Höhe, 3 Fuß Breite und 2 Fuß Länge. Der Herd ist 6 Fuß lang, 6 Fuß 4 Zoll breit und im Mittel 2 Fuß unter dem Gewölbe; die Herdplatte wird 3 Zoll hoch mit Frischschlacken bedeckt. Die Flamme geht über die Vorwärmherdbrücke nach dem 3 Fuß 11 Zoll langen und 5 Fuß 5 Zoll breiten Vorwärmherd, von da über die Fuchsbrücke durch den Fuchs zu dem Winderhitzungsapparat, um von da in den 42 Fuß hohen Schornstein abzuziehen.

Der mittelst eines Schlitzes eingeführte Verbrennungswind wird beim Durchgehen durch Röhren in den Brücken und Backen des Ofens auf 130° R. erwärmt. Durch den Schlitz werden in der Minute pro Ofen 450 Kubikfuß, und dem Generator 150 Kubikfuß mit 6 Linien Quecksilber Pressung eingeführt. Jede Charge beträgt 8 Ztr. Roheisen, wird zu $^1/_3$ aus weißem, zu $^1/_3$ aus halbirtem und zu $^1/_3$ aus grauem Roheisen zusammengesetzt, und erfordert zum Puddeln $1^1/_2$ Stunde. Bei 12 Kubikfuß oder 83 Pfd. Torfaufwand pro Ztr. Eisen beträgt der Abbrand 5,44 Prozent.

c) Kessen in Tirol. Auch hier wird der Torf in (4) Dörrkammern mittelst heißen Windes bei 70 bis 80° R. gedörrt, theilweise aber auch im ungedörrten Zustande verwendet. Der separat stehende zylindrische Generator hat im unteren Raum, dem Gestell, 26 Zoll Höhe und 27 Zoll Durchmesser; erweitert sich dann in Gestalt eines 2 Fuß 6 Zoll hohen Kegels, und wird von da ab wieder zylindrisch, so daß die ganze Höhe 10 Fuß beträgt. Der Mischungsraum, in welchem die Gase vom Verbrennungswinde getroffen werden, hat 28 Zoll Länge, 32 Zoll Breite und 6 Zoll Höhe. Länge des einfachen Ofens 5 Fuß 6 Zoll, Breite 4 Fuß 6 Zoll, Gewölbeabstand 19 Zoll. Der Winderhitzungsapparat, in der Esse über dem Vorwärmeherde, ist ein schottischer, mit 2 Grundröhren von 8 Zoll und 4 Knieröhren von 4 Zoll Durchmesser. Die Windzuführung wird beim Generator durch 3 Düsen bewirkt, die 8 Zoll über der Sohle einmünden und 18 Linien Durchmesser besitzen. Die 7 Düsen für den Verbrennungswind haben einen elliptischen Querschnitt von 11 und 18 Linien Durchmesser. Pressung des Generatorwindes nur 2 Linien, des 280° heißen Verbrennungswindes 5 bis 6 Linien.

In 24 Stunden werden 10,2 Chargen von 4 Ztr. gemacht und dabei pro Ztr. Luppeneisen 12,71 Kubikfuß fast nur lufttrocknen Torfs verbraucht.

d) Ebenau im Salzkammergut arbeitet mit nur lufttrocknem, ungedörrtem Torf. Nach den auf dieser Hütte gemachten Erfahrungen ersetzen hier 17 Kubikfuß lufttrocknen Torfes 7 Kubikfuß mäßig gedörrten Holzes, deren Gewichte sich verhalten wie 84 zu 100.

Der Generator steht mit der Bodenplatte 14 Zoll über der Hüttensohle; der Kasten unter dem Roste hat 18 Zoll Höhe und 29 Zoll Durchmesser, der kegelförmig erweiterte Raum über dem Rost 3 Fuß Höhe, und im Kohlensack mißt der Durchmesser 3 Fuß 10 Zoll; vom Kohlensack bis zum Gichtzylinder beträgt die Höhe 2 Fuß 7 Zoll bei 3 Fuß 11 Zoll oberstem Durchmesser. Der Gichtzylinder selbst hat 2 Fuß 10 Zoll Höhe bei 2 Fuß 2 Zoll Durchmesser; der Aufgebetrichter hat bei 1 Fuß 9 Zoll vertikaler Höhe 26 Zoll oberen Durchmesser. Der Mischungsraum ist 28 Zoll breit, 25 Zoll lang, 6 Zoll hoch.

Brennstoffverbrauch pro Ztr. Luppeneisen 17 Kubikfuß lufttrocknen Torfs; Abbrand 5 Prozent. In 11 zwölfstündigen Schichten werden 54 Chargen von 250 Pfd. verpuddelt.

e) Das Eisenwerk zu Mandelholz bei Rothehütte am Harz besitzt drei Puddelöfen deren einer mit direkter Steinkohlenfeuerung, die anderen mit Torfgas betrieben werden. Im Jahr 1857 erfolgten bei dem ersteren von 100 Pfd. Roheisen 84,51 Pfd. Puddeleisen, und wurden auf 100 Pfd. Puddeleisen 2,75 Kubikfuß Steinkohlen verbraucht. Der Puddelofen mit Zuggenerator gab 90,13 Prozent Puddeleisen mit einem Aufwand von 30,4 Kubikfuß lufttrocknen Torfs; der Ofen mit Gebläsegenerator 89,86 Prozent Puddeleisen mit 29,6 Kubikfuß Torf pro 100 Pfd. Produkt.

f) Neustadt am Rübenberge unweit Hannover verpuddelt das selbst erblasene Holzkohleneisen mit Torfgasfeuerung und zwar mit lufttrocknem, bisweilen selbst noch etwas feuchtem Torf, wobei dennoch eine hinreichend hohe Puddelhitze erzielt wird. Die Anlage ist noch ganz neu und in der Entwicklung begriffen.

2. Braunkohlengashütten.

a) Prevali in Kärnthen. Das hier zur Verarbeitung kommende halbirte Roheisen wird von dem 10½ Meilen entfernten Hüttenwerk

Lölling bezogen; den Brennstoff liefern die Braunkohlengruben der Linscha. Der Bruch dieser Kohle ist theils schwarz glänzend und muschlig, theils erdig. Spezifisches Gewicht der glänzenden 1,43, mithin der Kubikfuß 80,26 Pfd.; wogegen der Kubikfuß gehauener Kohle (des Haufwerks) auf 53,7 Pfund sich stellt. Der Aschengehalt beträgt 6¼ Prozent.

Nicht alle Puddelöfen zu Prevali werden mit Gasfeuerung, sondern einige auch mit direkter Feuerung betrieben. Die Doppelgaspuddelöfen haben Zuggeneratoren, erhalten also keinen unteren Wind, wohl aber oberen Verbrennungswind. Der Rost von 18 Stäben hat 4 Fuß Länge, 30 Zoll Breite bei der Heizthür und 5 Fuß an der Feuerbrücke, von deren Kante er nur 18 Zoll entfernt liegt. Bei dieser geringen Höhe des Generators nähert sich derselbe der direkten Feuerung und stimmt nahe mit der im Vorhergehenden beschriebenen Müllerschen Einrichtung überein, von welcher er sich nur durch das fehlende Heizpult unterscheidet, an dessen Stelle hier entweder ein horizontaler oder bei andern Oefen ein Treppen-Rost tritt.

b) Krems in Steiermark liefert vorzugsweise leichteres Schwarzblech und Weißblech nebst Streckwaren. Die Braunkohle hat deutliche Holztextur, ist ohne Glanz zähe und fest, und enthält durchschnittlich 3,43 Prozent Asche.

Als vortheilhafteste Dimensionen der Doppelpuddel- und Schweißöfen haben sich bei Zuggeneratoren und einem 90 Fuß hohen Schornstein die folgenden ergeben:

Die Herdfläche von 25 bis 30 Quadratfuß = 1 gesetzt
beträgt die Rostfläche 0,5
" " Flammenlochfläche . . . 0,1
und der Fuchsquerschnitt 0,05

Der Verbrennungswind strömt durch 7 Düsen und zwar zur Erzielung einer möglichst gleichförmigen Temperatur unter zweierlei Stechen ein. Bei den Puddelöfen stehen nämlich 3 Düsen unter 40 und 4 unter 35° auf die Herdfläche. Bei den Schweißöfen sind wegen des längeren Herdes die Winkel kleiner, nämlich 23 und 19°. Der Verbrennungswind von 220° R. und 9 Linien Pressung beträgt pro Minute 360 bis 400 Kubikfuß. Ein Doppelpuddelofen erzeugt in 28 Arbeitstagen bei einem Aufwand von 2507 Ztr. Roheisen und 2705 Ztr. Braunkohlen in 315 Chargen 2348 Ztr. gewalztes Luppeneisen.

3. Holzgashütten.

a) Brezowa in Ungarn. Dieses neu errichtete Werk besitzt zum Dörren des Holzes 22 Luftdörrkammern von je 900 Kubikfuß Inhalt. Das Holz wird in eisernen Rollkörben eingefahren und durch heiße Gebläseluft bei etwa 160° R. gedörrt. Im Betriebe sind 4 Puddel- und 7 Schweißöfen, deren abziehende Ueberhitze zum Erhitzen der Gebläseluft theils für die Dörrkammern, theils zum Gasbetriebe der Oefen dient.

Die Puddelöfen erhalten in der Minute 160 Kubikfuß Verbrennungswind von 100° R., und produziren in 24 Stunden in 10 bis 12 Chargen 75 bis 90 Ztr. Rohschienen, bei einem Abbrand von 9,32 Prozent. Der Aufwand an gedörrtem Holz (im gespaltenen, nicht massiv gerechneten Zustande) beträgt 6,39 Kubikfuß auf den Ztr. Eisen.

b) Nadrag bei Zsidovár im Temeser Banate enthält 3 Puddel- und 3 Schweißöfen. Man verarbeitet fast ausschließlich graues Roheisen. Die Generatoren werden mit kaltem Gebläsewind betrieben und enthalten gar keinen unteren Boden, indem sich die untere Oeffnung durch Asche verschließt, welche so einen beweglichen Boden bildet.

Die Schweißöfen sind ebenfalls Holzgasöfen und arbeiten mit einem Holzaufwande von 9½ massiven Kubikfußen pro Ztr. fertiger Ware bei 25 bis 26 Prozent Abgang.

c) Lippitzbach in Kärnthen. Die Generatoren, welche sich unmittelbar vor den Puddelöfen befinden, bilden parallelepipedische Räume von 19 Zoll Breite, 3 Fuß Länge und 2 Fuß 4 Zoll Höhe. An der einen Seite befindet sich ein mit zusammengefügten Bohlen bedeckter Kanal, aus dem man die Asche von der Sohle des Generators nimmt. Nahe über der Sohle tritt die Gebläseluft für den Generator durch eine einzige gußeiserne Röhre ein. Die Gebläseluft, die in der Feuerbrücke zirkulirt und sich dadurch auf 200° erwärmt, gelangt mit 6 Linien Pressung in eine Düse von flach kastenförmiger Gestalt, welche durch das Ofengewölbe in schräg geneigter Richtung hindurchgeht und sich in einen 9 Linien hohen und 13 Zoll langen Schlitz endet, aus welchem der Wind in die brennbaren Gase einströmt. Ein besonderer Mischungsraum ist nicht vorhanden, vielmehr tritt der Verbrennungswind direkt in den Arbeitsraum des Ofens. Die Feuerbrücke ist 10 Zoll lang (in der Längenrichtung des Ofens gemessen), 21 Zoll breit und 10 Zoll von dem Ofengewölbe abstehend.

Das Puddeln mit Holzgasen findet außerdem Statt:

d) zu Neuhütten in Böhmen,

e) zu Unterkochen in Würtemberg,

f) zu Thiergarten in Hohenzollern-Sigmaringen,

g) zu Zorge am Harz; u. a. a. O.

g) Weitere Verarbeitung des entkohlten Eisens.

Zängen der Luppen. An die Stelle der früher allgemein üblichen Aufwerf- oder der Stirnhämmer zur ersten Bearbeitung (dem Zängen) der aus dem Puddelofen kommenden Luppen sind neuerdings andere Apparate, nämlich der Dampfhammer, das Quetschwerk und die Luppenmühle getreten, über deren Vorzüge freilich die Meinungen noch getheilt sind. Die letzteren beruhen auf der Idee, dem kurzen Schlag des Hammers einen mehr langsam wirkenden Druck zu substituiren, um der zähen Schlacke Zeit zu lassen, sich in Bewegung zu setzen und aus der schwammigen Eisenmasse hervorzuquellen.

Fig. 17 auf Taf. 66 gibt eine Ansicht eines durch direkte Dampfwirkung betriebenen Quetschwerkes. Auf den starken Lagerhölzern OO liegt die starke Gußplatte EE, auf welcher wieder die Lager F und der Ambos D mittelst starker Schraubenbolzen befestigt sind. AA der Quetscher, der sich um Zapfen B dreht und durch den Kolben P gehoben wird, welcher in dem Dampfzylinder G auf und ab sich bewegt. Die Steuerung, d. h. das Zu- und Ablassen des Dampfes unter dem Kolben geschieht hier mittelst des Handgriffes N, welcher den Schieber in dem Schieberkasten R in Bewegung setzt. Statt dieser Einrichtung, welche es dem Arbeiter überläßt, durch die Rück- und Vorbewegung des Handgriffes das Spiel des Quetschers zu bewirken, findet man bei andern Quetschwerken eine Selbststeuerung wie bei der gewöhnlichen Dampfmaschine, welche also ohne Zuthun des Arbeiters die Bewegung des Schiebers bewirkt. Es sprechen indessen mehrere Gründe zu Gunsten der Steurung aus freier Hand; denn da beim Zängen die schwere Luppe durch einen oder mehrere Arbeiter auf dem Ambos bald auf diese, bald jene Seite gewendet werden muß, was nicht immer in regelmäßigen Zeitintervallen geschehen kann, so hat es sein Gutes, wenn das Niedergehen des Quetschers ganz von dem Willen des Arbeiters abhängt. Die Herabbewegung des Kolbens, also die Oeffnung des Quetschers, erfolgt ohne Dampfdruck durch das Uebergewicht des

hinteren Hebelarmes, welcher, wenn in seiner tiefsten Lage angekommen, sich auf die hölzerne Unterlage f auflegt.

Außer der hier beschriebenen Einrichtung mit direkter Dampfwirkung findet man auch Quetscher, die ihre Bewegung von einer Kurbel empfangen, indem von dem Quetscher unterhalb des Drehpunktes ein sehr starker Hebelarm ausgeht, der durch eine Verbindungsstange mit der Kurbel zusammenhängt. So wie sich diese dreht, geräth jener Hebelarm in hin und hergehende, der Quetscher also in auf und abgehende Bewegung. Hierbei entsteht aber der Uebelstand, daß die Bewegungen des Quetschers sich immer gleich bleiben, während die Luppen sehr verschiedene Dimensionen haben können. Der Arbeiter muß daher kleinere Luppen auf eine andere Stelle des Amboses, mehr in die Nähe des Drehpunktes bringen, größere dagegen mehr dem Ende des Quetschers nähern, welcher hier sich weiter öffnet.

Dampfhammer. — Der zum Zweck der Verarbeitung sehr großer Eisenmassen von dem Engländer Nasmyth erfundene Dampfhammer (s. Bd. XVI des Hauptwerkes S. 108—124) findet zwar seine Hauptanwendung beim Ausschmieden sehr großer Eisenarbeiten, z. B. der Lokomotivachsen, der Wellen großer Dampfmaschinen u. dgl.; aber häufig auch zum Zängen der Luppen, wozu er sich so vortrefflich eignet, daß ihm auf vielen Hüttenwerken der Vorrang vor allen anderen Zängemaschinen eingeräumt wird. Er besteht im Wesentlichen in einem Fallwerk, dessen Hammer in vertikaler Richtung direkt durch Dampfkraft gehoben wird, indem er sich an dem unteren Ende der Kolbenstange eines Dampfzylinders befindet, der in umgekehrter Stellung seinen Boden nach oben, die Stopfbüchse aber, durch welche die Kolbenstange hindurchgeht, nach unten kehrt. Der Dampf wird nur unter den Kolben gelassen um ihn nebst dem daran sitzenden Hammer zu heben, worauf dann beim Auslassen des Dampfes Kolben und Hammer durch ihr Gewicht herabfallen.

Nachdem der Dampfhammer in dieser ursprünglichen Gestalt sowohl, wie auch in etwas abgeänderten Anordnungen sich sehr verbreitet und in alle größeren Eisenwerke und Maschinenbauanstalten als ein ganz unentbehrliches Hülfsmittel Eingang gefunden hat, ist neuerlich eine ziemlich wesentliche Umgestaltung daran vorgenommen, dergestalt, daß nicht der Dampfzylinder, wie sonst, feststeht und der Hammer an dem beweglichen Kolben sitzt; sondern daß umgekehrt der

Zylinder mit dem daran sitzenden Hammer sich auf und ab bewegt, der Kolben dagegen unbeweglich feststeht.

Da nach dem übereinstimmenden Urtheil aller Eisenfabrikanten, die den neuen, von dem Ingenieur Condie zu Glasgow erfundenen Dampfhammer länger zu beobachten Gelegenheit hatten, er besonders durch größere Dauerhaftigkeit und Einfachheit sich vor der früheren Einrichtung auszeichnet, so theilen wir im Folgenden eine von Chuchul gegebene Zeichnung und Beschreibung eines auf dem Condieschen Prinzip beruhenden, jedoch in einzelnen Punkten noch verbesserten Dampfhammers mit. M. s. Taf. 65, auf welcher Fig. 9 denselben im Aufriß, Fig. 10 und 11 ihn im vertikalen Durchschnitt, und Fig. 12 in einem horizontalen Durchschnitt darstellen.

aa die starken Gerüstständer, mittelst starker Verankerungen auf der Fundamentirung befestigt, welche theils zur Führung des Hammers oder Dampfzylinders mittelst der Leitungsleisten ff, theils zum Tragen der Kolbenstange und des Dampfschieberkastens dienen. d der mit einer eingekeilten Hammerbahn e versehene, durch sein Gewicht als Hammer wirkende Zylinder, an dessen einer Seite ein Kanal g angegossen ist, welcher dazu dient, falls der Zylinderhub überschritten wird, falls also die Oeffnungen h über den Dampfkolben c′ treten, dem Dampf durch die Oeffnung h′ einen Ausweg zu geben und dadurch das Herabfallen des Zylinders zu bewirken. Der unten von diesem Kanal ausgehende Hahn dient zum Abfluß für die in dem Zylinder sich ansammelnde Schmiere. Man ersieht hieraus, daß der Raum des Zylinders unterhalb des Kolbens vermittelst des Kanales g und der Oeffnungen h und h′ mit der Atmosphäre in freier Kommunikation steht, daß daher der Zylinder als unten ganz offen betrachtet werden kann. Der obere Raum dagegen ist geschlossen, enthält aber eine Stopfbüchse, welche sich auf dem äußerlich genau zylindrisch abgedreheten und polirten Dampfrohr b dampfdicht schließend auf und ab bewegt. Die eigentliche Kolbenstange cc von Gußstahl, deren Durchmesser kleiner ist, als der innere des Dampfrohres, und welche daher dem Dampf noch hinreichend freien Raum läßt, ist am oberen Ende sammt dem Dampfrohr in dem Gerüst der Maschine unterhalb des Schieberkastens befestigt; das Dampfrohr aber, welches zwar auch bis zum Kolben herabreicht, ohne aber daran befestigt zu sein, enthält am oberen, wie am unteren Ende vier Oeffnungen zum Aus- und Eintritt des Dampfes in den Zylinder.

Die Einrichtung des Schieberkastens nebst Zubehör zeigt in horizontalem Durchschnitt die Fig. 13. K ist hier der eigentliche Schieberkasten mit dem darin befindlichen Schieber, welcher in der Zeichnung in zwei verschiedenen Lagen, einmal der Lage *αα* und sodann der Lage *ββ* dargestellt ist. (Zur Vermeidung von Mißverständniß muß erwähnt werden, daß der Schieber nur eine Höhlung enthält, nicht, wie es nach der Zeichnung wegen der doppelten Darstellung des Schiebers scheinen könnte, ihrer drei.) Die Lage *ββ* gestattet dem Dampf, aus dem Zuleitungsrohr I in dem kleinen Ventilkasten q, von da in den Schieberkasten K, und von hier durch die, vom Schieber verlassene Oeffnung zur Linken in der Richtung der gefiederten Pfeile in den Dampfzylinder zu gelangen, wogegen die Lage *αα* des Schiebers dem Dampf den Ausgang in der Richtung der nicht gefiederten Pfeile und schließlich durch das Ausgangsrohr m gestattet. Da nun, wie weiter unten gezeigt werden soll, die Einrichtung des Mechanismus verlangt, daß der Schieber für gewöhnlich offen bleibe, folglich die Lage *ββ* behauptet, so ist ein kleiner Dampfzylinder O zur Seite angebracht, der durch ein Rohr p mit der Dampfleitung in Verbindung steht, und dessen Kolbenstange die Verlängerung der Schieberstange bildet. Indem der Dampf den Kolben zur Rechten drückt, hält er auch den Schieber in der Lage *ββ*, so daß dieser kleine Dampfzylinder die Wirkung einer Feder oder eines Gewichtes ausübt.

Soll der Hammer außer Thätigkeit gesetzt werden, so schließt man den Schieber q durch Handhabung des durch Zugstangen und Hebelwerk mit ihm verbundenen Armes r an der vordern Seite des Gerüstes Fig. 9.

Ist nun der Absperrungsschieber q geöffnet und befindet sich der Schieber k in der Lage *ββ* so tritt der Dampf in den Dampfzylinder über den Kolben, drückt gegen den Zylinderdeckel und hebt den ganzen Zylinder oder Hammer in die Höhe. Damit nun derselbe wieder herabfalle, muß der Schieber k in die Lage *αα* gebracht werden, was durch eine Selbststeuerung der Maschine bewirkt wird. Wie aus Fig. 9 und 13 hervorgeht, ist der Schieber k mittelst Zugstange und Winkelhebel mit der vertikalen Welle s verbunden, die einen nach dem gewünschten Hube entsprechend verstellbaren Arm s′ mit einer Rolle am Ende trägt. An dem Zylinder ist dagegen ein nach unten schräg ansteigender Arm t befestigt, der beim Aufsteigen des ersteren unter die

Rolle des Armes s' greift, diesen allmählig nach außen drängt, dadurch auch die Welle s nach außen dreht und somit, ihrer mit dem Schieber k hergestellten Verbindung wegen, diesen in die Lage $\alpha\alpha$ bringt. Dadurch kann der Dampf auf die vorstehend beschriebene Art entweichen, der Zylinder fällt herab und zwar um so eher, je früher der Schieber verschoben wurde, oder je niedriger der Arm s' auf der Welle s gestellt worden ist. Dieses Herunterfallen würde aber nur so lange dauern, als der Dampfschieber sich in der Lage $\alpha\alpha$ befindet, würde deshalb aufhören, so bald die Rolle des Armes s' von dem Arm t des Zylinders befreiet ist, da dann der Dampfschieber durch den auf den Dampfkolben in O wirkenden Dampfdruck wieder in die Lage $\beta\beta$ gebracht würde, weshalb noch eine besondere Vorrichtung angebracht ist, welche die Dampfschieberlage $\alpha\alpha$ so lange erhält, bis der Zylinder auf den Ambos aufgeschlagen hat. Außer der stehenden Welle s ist nämlich, wie Fig. 9 und 13 zeigen, vorn an demselben Gerüstständer eine zweite drehbare Welle u angebracht, welche mit einer, der Länge nach an ihr fortlaufenden Schiene u' (Fig. 14 und 15) versehen ist. Diese Schiene berührt einen an der Vorderseite des Dampfzylinders befindlichen Prellwinkelhebel v in Fig. 9, welcher beim Aufschlagen des Hammers auf das Arbeitsstück einen momentanen Stoß gegen die Schiene u' ausübt und dadurch, wie sogleich näher gezeigt werden wird, die in Fig. 15 dargestellte Stellung der Theile in die durch Fig. 14 veranschaulichte verwandelt. Die Welle u enthält nämlich einen gekrümmten Arm w', während ein anderer gekrümmter Arm w'' an der Welle s sitzt, dessen Ende bei geeigneter Stellung, wie in Fig. 15, mit jenem von w' sich fangen kann, so daß sich beide in dieser Lage gegen einander stützen und festhalten. Es findet diese Stellung der Arme Statt, wenn die Welle den Dampfschieber k in die Lage $\alpha\alpha$ gebracht hat, folglich der Zylinder sich in aufsteigender Bewegung befindet, wogegen beim Herabgehen des Zylinders die in Fig. 15 abgebildete Stellung der Arme eintritt. Ist nämlich bei der in Fig. 14 angegebenen Stellung der Arme der Dampfzylinder im Aufsteigen begriffen, so dreht er, wie oben gezeigt, mittelst der Schiene t, die mit der Rolle s' (Fig. 10) in Berührung tritt, die Welle s, also auch den Arm w'' in der Richtung des Pfeiles (Fig. 14) nach außen bis der Arm beim höchsten Stande des Zylinders und bei der eingetretenen Lage $\alpha\alpha$ des Dampfschiebers k in die Stellung Fig. 15

gekommen ist, bei der er sich durch sein fortwährendes Streben, so wie des Armes w′ nach innen gedreht zu werden, mit diesem fängt und in der Stellung Fig. 15, folglich auch der Dampfschieber k in der Stellung *αα* so lange verbleibt, bis der Zylinder auf den Ambos aufgeschlagen hat. Das so eben erwähnte Streben der Arme w″ und w′, sich nach innen zu drehen, wird bei dem ersteren durch den auf die Welle s wirkenden Dampfdruck in dem kleinen Dampfzylinder O, bei dem letzteren dagegen durch eine kleine Druckfeder bei w bewirkt, welche letztere sich gegen einen kurzen Arm der Welle u lehnt. So wie nun der Aufschlag des Hammers auf den Ambos oder ein untergelegtes Arbeitsstück erfolgt, ertheilt der Prellwinkelhebel v wie erwähnt einen momentanen Schlag auf die Schiene u′ der Welle u, wodurch der Arm w′ momentan, wie in Fig. 15 durch den Pfeil angedeutet ist, nach außen gedrückt wird, was ein Einfallen des Armes w″ in die Stellung Fig. 14, so wie die Dampfschieberlage *ββ* gestattet und den sofortigen Aufgang des Dampfzylinders verursacht. In dieser Art geht das Spiel so lange fort, bis durch Verschluß des Schiebers g der Dampfzufluß abgesperrt wird.

Nach erfolgter Absperrung sinkt der Zylinder in dem Maße, wie der in ihm noch enthaltene Dampf sich allmählig verdichtet, oder neben dem Kolben entweicht, langsam herab und legt sich auf den Ambos auf, wobei, wegen der langsamen Bewegung, der Prellwinkelhebel keine Wirkung machen kann und folglich die Stellung der Arme w′ und w″ wie in Fig. 15 beläßt. Soll aber der Hammer wieder in Gang gebracht werden, so muß, nebst Oeffnung des Dampfzuführungsschiebers g, die Stellung Fig. 15 in die Fig. 14 verwandelt werden.

Zu diesem Zwecke ist die Welle s noch mit einem Arm X (Fig. 14 und 15) versehen, welcher bei der Stellung Fig. 15 hinter einen Arm X′ der Welle u greift, daher bei einer Bewegung des Handgriffes nach dem Gerüstständer zu die Welle u, somit auch den Arm w′ nach außen dreht, wodurch auf die vorstehend beschriebene Art die Stellung Fig. 14 hervorgerufen wird, welche das Aufsteigen des Dampfzylinders und das Arbeiten desselben zur Folge hat. Der Arm X wird dagegen, sobald seine Drehung nach dem Ständer aufhört, mittelst der Feder Y in seine Stellung Fig. 15 zurückgedrängt, worin er verbleibt.

Bei dem hier beschriebenen Dampfhammer beträgt das Gewicht des Zylinders mit der darunter befestigten Hammerbahn 25 Zentner;

der innere Durchmesser des Zylinders 1 Fuß 3 Zoll rheinl.; die Höhe des ganzen Gerüstes von der Sohle bis zum Deckel des Schieberkastens 13¼ Fuß; die lichte Entfernung der beiden Gerüstständer 7 Fuß 5 Zoll; die Hubhöhe etwa 2¼ Fuß.

Da der Durchmesser des Zylinders 15 Zoll, jener des Dampfrohres b 5 Zoll, folglich die wirksame Fläche im Deckel des Zylinders 156 □ Zoll beträgt, so muß im Zustande des Gleichgewichts bei einem Gewicht des Zylinders von 2500 Pfd. der Dampfdruck auf jeden Quadratzoll 16 Pfd. betragen, d. i. 1 $^1/_{15}$ Atmosphäre. Wird daher der in dem Dampfkessel einer Hochdruckdampfmaschine gewöhnlich übliche Ueberdruck von 4 Atmosphären zur Anwendung gebracht, so reicht die überschüssige Kraft von fast 3 Atmosphären zur schnellen Hebung des Zylinders vollkommen hin.

Luppenmühlen. Mit diesem Namen bezeichnet man solche sich ununterbrochen drehende Maschinen, welche die an einer Stelle eingelegte Luppe packen und sie in wälzender Bewegung in einen immer enger werdenden Raum zusammendrücken, durch welche eigenthümliche Manipulation in außerordentlich kurzer Zeit die Schlacke ausgepreßt, und die Luppe in eine zylindrische Puppe verwandelt wird, die nun sofort an das Walzwerk übergeht. Es existiren diese Luppenmühlen in zweierlei Arten.

1. eine ältere von Burden erfundene, auch wohl vertikale genannt, ist in Fig. 19 auf Taf. 66 im horizontalen Durchschnitt abgebildet. Zwischen 5 starken eisernen Säulen, von welchen in der Zeichnung nur die inneren Höhlungen bei A, B, C, D, E zu sehen, und welche mittelst der Platten F auf der starken Grundplatte G befestigt sind, ist ein spiralförmig gekrümmtes, der Festigkeit wegen mit Rippen KK versehenes ringförmiges Gehäuse II befestigt, dessen Durchmesser im Mittel 5 Fuß, die Höhe 20 Zoll beträgt. Innerhalb desselben befindet sich auf einer starken vertikalen Achse, durch sehr massive Speichen M befestigt, ein Zylinder L von 44 Zoll Durchmesser und 2 Fuß Höhe, welcher durch ein an der Achse sitzendes konisches Rad von unten in der Richtung des Pfeiles gedreht wird. Beide Theile, sowohl das Gehäuse wie auch der innere Zylinder sind mit zahnartig vorspringenden Kannelirungen versehen um die bei P eingebrachte Luppe festzuhalten und in wälzender Bewegung bis Q fortzuführen, wo sie dann herausfällt. Um die erforderliche stauchende

Wirkung hervorzubringen, sie also auch der Länge nach zusammen zu drücken, enthält der Zylinder L am unteren Ende einen breiten horizontalen Rand oder Vorsprung, der als Boden des spiralförmigen Zwischenraums dient, und die Luppe von unten unterstützt, während von oben, nach dem Einlegen der Luppe, ein schwerer ringförmiger Deckel herabgelassen wird, der bis auf die Luppe herabsinkt und durch sein Gewicht ihr in der Längenrichtung einen Druck entgegensetzt. a sind Schrauben zur Befestigung des Gehäuses; N ein Haken, um die Luppe nach Beendigung des Durchlaufes aufzufangen; O ein Abstreichmesser, um die ausgepreßte und auf den Rand des Zylinders herabgeflossene Schlacke beständig abzustreichen, und so viel wie möglich die Maschine von Schlacke frei zu halten.

Eine von dieser, in einigen oberschlesischen, westphälischen, rheinländischen und belgischen Eisenwerken in Gebrauch befindlichen vertikalen Luppenmühlen abweichende Einrichtung mit horizontaler Lage der Achse ist in einigen englischen Werken in Anwendung.

Man hat der Burdenschen Luppenmühle vorgeworfen, daß sie die Luppen der Länge nach nicht hinlänglich stauche, und daß, da das Eisen der Länge nach keinen sehr bedeutenden Widerstand finde, die Schlacke nicht kräftig genug ausgepreßt werde. Außerdem arbeitet sie nicht sehr schnell, weil das jedesmalige Heben und Wiederherablassen des Deckels einige Zeit kostet.

2. Die horizontale Luppenmühle von Brown, Fig. 18 auf Taf. 66. Sie besteht aus drei großen exzentrischen Walzen, A, B, C, die horizontal in einem starken Gerüst DD ein gleichseitiges Dreieck bilden und so angeordnet sind, daß die Achsen der beiden oberen in einer etwas gegen den Horizont geneigten Ebene, die untere Walze aber mitten darüber sich befindet. Alle drei Walzen werden mit gleicher Geschwindigkeit und, wie auch durch die Pfeile angedeutet ist, in gleicher Richtung gedreht. Jede der 16 Zoll langen Walzen hat an einer Seite eine große Höhlung, ist im Uebrigen rund und auf einem Theil der Peripherie zum festen Packen der Luppen kannelirt. Die untere sitzt konzentrisch auf der Achse, die beiden oberen dagegen sind etwas exzentrisch angebracht, so daß bei Statt findender Drehung der Zwischenraum zwischen ihnen und der unteren Walze sich mehr und mehr verkleinert. Wenn sich die Walzen in der Lage befinden, die in der Figur dargestellt ist, so findet die aus dem Puddelofen kommende Luppe I

in dem Ausschnitt der Walze A hinlänglichen Raum. Bei fortschreitender Drehung gelangt sie in den durch die Ausschnitte aller drei Walzen gebildeten Raum, der sich bei fortgehender Drehung rasch verkleinert, indem die drei abgestumpften Kanten KKK aller drei Walzen sich einander nähern, in die Luppe eindringen und auf ähnliche Art, wie wenn man eine Kugel von erwärmtem Wachs zwischen drei Fingern drückt, eine durchgreifende Quetschung bewirken. Bei noch weiter fortgehender Drehung gelangt die Luppe zwischen die Peripherien der Walzen, jedoch in Folge der exzentrischen Stellung zuerst in einen großen, bei fortgehender Drehung immer kleiner werdenden Zwischenraum. Um die Luppe zu verhindern, sich der Länge nach frei ausdehnen zu können, also um die nöthige Stauchung zu bewirken, enthält die untere Walze an beiden Seiten breite, scheibenartige Ränder, zwischen welchen sich die oberen drehen. Diese, 16 Zoll von einander entfernten Ränder bedingen also die Länge der fertig gezängten Luppe.

Da nun aber die Luppen, so wie sie im Puddelofen formirt werden, bald etwas größer, bald kleiner ausfallen, so würde ihre Bearbeitung sehr ungleich ausfallen, wenn sich nicht der Zwischenraum der Walzen der Größe der Luppe jedes Mal anpaßte, ja, es wäre bei einer ungewöhnlich großen Luppe ein Bruch der Maschine unvermeidlich. In Berücksichtigung dieses wichtigen Umstandes ist die eine der oberen Walzen B in bewegliche Zapfenlager eingelegt und diese Lager werden durch zwei Schrauben N von stark steigendem Gewinde angedrückt. Ein kleines Getriebe an dem Kopf einer jeden von diesen Schrauben greift in ein größeres Rad zwischen ihnen und an demselben ist ein horizontaler Hebel befestigt, an dessen Ende ein Gewicht hängt, welcher also einen stets gleichen Druck auf die Walze ausübt. Kommt demnach eine große Luppe in die Maschine, so drehen sich die Schrauben in Folge des stark ansteigenden Gewindes zurück und heben das Gewicht.

Um der Luppe beim Austritt eine reine glatte Oberfläche zu geben, erstrecken sich die Kannelirungen der Walzen nicht ganz bis zum Ende, so daß die Luppe während der letzten Zeit sich zwischen glatten Oberflächen befindet.

Die ganze Maschine steht in einer Vertiefung der Hüttensohle, so daß nur die oberen Walzen hervorragen und das Einlegen der Luppen mit der größten Bequemlichkeit vor sich geht. Die fertig gezängten

Luppen fallen auf eine schräg ansteigende Kette ohne Ende, welche sie sofort dicht vor die Rohschienenwalzen bringt.

Die Walzen machen 5 Umdrehungen in der Minute, so daß in dieser Zeit 5 Luppen gezängt werden können, deren jede nur 12 Sekunden in der Mühle bleibt; woraus nicht nur ein bedeutender Zeitgewinn, sondern auch der Vortheil erwächst, daß die Luppen während des Zängens nicht merklich abkühlen und daher noch in derselben Hitze zu Rohschienen ausgewalzt werden können. Beim Zängen unter dem Hammer erfordert jede Luppe 60 bis 80 Sekunden.

Die Vortheile dieser Luppenmühle bestehen daher theils in der viel schnelleren Arbeit, theils in der Ersparung einer Schweißhitze, theils in einer Verminderung der Betriebskraft (sie erfordert nur 12 bis 15 Pferdekraft), theils in vermindertem Arbeitslohn, wobei sie erfahrungsmäßig die Schlacke in demselben Grade auspreßt und überhaupt ein eben so reines Eisen schafft, wie der Hammer, die Luppen mögen groß oder klein sein.

Nach einem Gutachten mehrer englischer Ingenieure übertrifft die Brownsche Luppenmühle alle bisher angewandten Vorrichtungen zum Zängen der Luppen.

Low-Moor-Eisenwerk. — Als Beispiel eines vorzüglich sorgfältigen Betriebes der Stabeisenfabrikation aus Koke-Roheisen kann das Verfahren auf dem Eisenwerk zu Low-Moor unweit Leeds in Yorkshire gelten, welches das anerkannt beste Stabeisen in ganz Großbritannien liefert.

Nach den von Ulrich über dieses berühmte Eisenwerk gegebenen ausführlichen Mittheilungen wird das Roheisen nur zum kleinsten Theil auf der Hütte Low-Moor selbst erblasen; der bei weitem größere Theil aber von anderen Hütten in Yorkshire, theilweise auch aus Schottland, Staffordshire und selbst Süd-Wales bezogen, jedoch fast ausschließlich bei kaltem Winde erblasenes Roheisen verarbeitet, weil sich das bei heißem Winde dargestellte Roheisen in Folge des größeren Gehaltes an Silizium zur Stabeisenfabrikation weniger gut eignet. Dieser Siliziumgehalt nämlich kann bei heißem Winde sich auf mehr als das Doppelte von dem bei kaltem Winde aufgenommenen steigern und wirkt jedenfalls, wenn er beim Puddeln nicht vollständig entfernt wurde, auf die Beschaffenheit des erzielten Stabeisens in so fern nachtheilig, als er dasselbe mürbe und faulbrüchig macht. Während zur Gießerei sich

das heißerblasene Eisen im Allgemeinen eben so gut eignet wie das kalterblasene, wird zur Erzeugung feinerer Stabeisensorten dem letzteren entschieden in solchem Grade der Vorrang eingeräumt, daß sich die Preise von hot blast und cold blast wohl im Verhältniß von 75 zu 105 Schilling die Tonne stellen, wobei übrigens zu berücksichtigen, daß man bei dem Vorurtheil gegen das mit heißem Wind erblasene Eisen zu demselben überhaupt weniger gute Materialien anzuwenden pflegt.

Als Material dienen zu Low-Moor und den benachbarten Eisenwerken zweierlei Erze. Etwa ¾ der Beschickung bestehen aus einem armen braunen Thoneisenstein von höchstens 27 Prozent Eisengehalt aus den benachbarten Kohlengruben, also einem sehr mittelmäßigen Erze. Man verwendet aber auf die Vorbereitung desselben viel Sorgfalt, indem man es sowohl vor wie nach der Röstung längere Zeit abliegen läßt, auch die Röstung selbst, wozu Oefen mit konisch sich verengendem Schachte dienen, bei niedriger Temperatur sehr langsam ausführt, um möglichst jede Verschlackung und Bildung von Silikaten zu verhindern. Das zweite, ein Viertel der Beschickung bildende Erz ist ein rother Glaskopf, der in großen Massen in der Grauwackenformation von Cumberland und Lancashire, besonders in der Nähe von Ulverstone gewonnen und seiner Güte und Reichhaltigkeit wegen (er hält selten unter 50 Prozent Eisen) auf vielen englischen Hütten verschmolzen wird.

Man verschmelzt diese Erze mit, aus ziemlich mageren Kohlen gewonnenen Kokes, und setzt in 24 Stunden 26 bis 27 Gichten, jede von 7 Ztr. Kokes, 10 Ztr. Eisenstein und 3 Ztr. Kalkstein durch, wobei die wöchentliche Produktion eines Ofens 1500 Ztr. beträgt. Das in Low-Moor selbst, bei kaltem Winde erblasene, so wie auch das von anderen Werken angekaufte Roheisen ist von grauem, ziemlich feinkörnigem Bruch.

Da sich die Stabeisenfabrikation zu Low-Moor vorzugsweise auf große, zum Maschinenbau dienende Theile, als Lokomotivachsen, große Wellen für Dampfmaschinen, Theile eiserner Brücken, sehr große Bleche u. d. gl. bezieht, bei welchen es sich mehr um möglichste Güte des Eisens, als um Wohlfeilheit handelt, so werden weder Mühen noch Kosten gespart, um nur ein möglichst vorzügliches Produkt zu erzielen.

Alles Roheisen wird im gewöhnlichen Feineisenfeuer gefeint, das Feinmetall in Coquillen von 1½ Zoll Dicke abgestochen und vor dem

Puddeln zerkleinert. Man sucht sowohl aus dem fremden angekauften als auch dem selbst gewonnenen Roheisen eine sich immer gleichbleibende Mischung zu machen, um stets ein Feinmetall von gleicher Beschaffenheit zu haben und dem Puddeln übergeben zu können; fremdes Feinmetall wird nie angekauft, weil sich die Beschaffenheit des Eisens im Zustande von Roheisen besser erkennen läßt, als im gefeinten Zustande.

Da sich das Feinmetall beim Puddeln weit schwieriger verarbeitet, als ungefeintes Roheisen, so sieht man sich genöthigt, sehr kleine Chargen von nur 2 Ztr. zu geben, also kaum die Hälfte von den sonst beim Puddeln üblichen. Die Puddelöfen sind klein, der Herd besitzt nur 3 Fuß Breite, die Feuerbrücke aber von der Herdseite 12 Zoll Höhe. Man wärmt das Feinmetall durch die abziehende Flamme der Puddelöfen vor und ist dadurch im Stande, in 24 Stunden 18 Chargen ohne Anstrengung zu puddeln. Bei dieser Methode, nur kleine Chargen zur Zeit im Ofen zu verarbeiten, hat der Arbeiter die Masse vollständig in seiner Gewalt und er vermag, trotz der so außerordentlich schwierigen Verarbeitung des sehr dickflüssig einschmelzenden Feineisens, ein gleichmäßig gares, und nicht übergares Eisen zu erhalten. Der Abbrand beträgt nur 4 Prozent, der Verbrauch an Steinkohle auf 1 Tonne eingesetztes Feinmetall 1 ½ Tonne. Man formirt aus jeder Charge 3 Luppen von etwa 60 Pfd., bringt sie unter den Dampfhammer und läßt sie, statt des sonstigen Zängens und Auswalzens zu Rohschienen, zu etwa 1 Zoll dicken runden Scheiben schlagen.

Der Hauptzweck dieses letzteren, der Fabrikation von Low-Moor eigenthümlichen Verfahrens liegt darin, das gepuddelte Eisen nach dem Bruche mit Leichtigkeit sortiren zu können; denn während beim Auswalzen zu Rohschienen eine starke Verschiebung der Theile Statt findet, wodurch sich rohe und gare Theile neben einander strecken, mithin eine nachherige Sonderung unmöglich machen, ist eine solche bei den runden Scheiben leichter zu erzielen. Dieselben werden nämlich unter Fallwerken in kleine, etwa handgroße Stücke zerschlagen und diese sodann von den sehr geübten Arbeitern nach dem Bruch in 5 Sorten sortirt, von welchen Nr. 1 ein Eisen von schönem, gleichmäßigem, zackig körnigem Bruch, ohne rohe, wie auch ohne übergare Stellen; Nr. 2 etwas weniger gleichartig, ziemlich feinkörnig, hier und da mit kleinen

sehnigen oder rohen Parthien untermischt; Nr. 3 übergares sehniges Eisen; Nr. 4 ein Gemisch von ungefähr gleich großen Mengen aller Modifikationen; Nr. 5 vorherrschend rohes Eisen ist. Um die Arbeiter anzuspornen, sich Mühe zu geben, möglichst viel der besseren Sorten zu liefern, wird der Wochenlohn je nach der Menge der gelieferten Nummern des Puddeleisens erhöhet oder erniedrigt, so daß an Einem Ofen in Zeit von 12 Stunden je nach der Güte des Eisens 5 Rthlr. oder nur 2 Rthlr. verdient werden.

Die sortirten Stücke werden nun je nach der für die herzustellenden Arbeitsstücke erforderlichen Güte zusammengeschweißt, indem man sie auf hölzernen Unterlagen möglichst dicht und regelmäßig zusammenlegt; denn, da die durch das Zerschlagen unter dem Fallwerk entstandenen kleinen Stücke eine ziemlich unregelmäßige Form besitzen, ist ein ordentliches Zusammenbinden, wie bei den Rohschienen unausführbar. Die Größe der solchergestalt durch bloßes Zusammenlegen gebildeten Packete richtet sich nach der Größe des beabsichtigten Arbeitsstückes, und erlangt zuweilen ganz kolossale Dimensionen.

Das Eisen wird gewöhnlich drei Mal durchgeschweißt, jedes Mal nachher unter schweren Aufwerfhämmern (nicht unter dem Dampfhammer) tüchtig bearbeitet, und um ein Strecken zu verhindern, öfters gestaucht. Das weitere Ausarbeiten bietet nichts Eigenthümliches dar.

Das hier beschriebene Verfahren bedingt zwar wegen der öfteren Schweißhitzen einen sehr bedeutenden Abbrand, der bis zu 20 Prozent gehen kann, so wie auch einen ungewöhnlich hohen Kohlenverbrauch, liefert dafür aber auch ein so vorzügliches Eisen, besonders in sehr großen geschmiedeten Gegenständen, wie kein anderes Eisenwerk in England oder auf dem Kontinent.

Fabrikation der Eisenbahnschienen.

Dem bereits im Hauptwerke, Bd. V. S. 48 über diesen Gegenstand Beigebrachten haben wir Folgendes, was sich besonders auf die Fabrikation in England bezieht, hinzuzufügen.

1. Ueber die in Betracht kommenden Eisensorten.

Es ist gebräuchlich, die nach der gewöhnlichen Art durch Puddeln, Zängen, Auswalzen, darauf folgendes Packetiren, Schweißen und Wiederauswalzen entstehenden Eisensorten nach der Anzahl der durchgemachten Operationen zu numeriren. Diese Nummern stehen mit der

Güte des Eisens eigentlich in gar keinem unmittelbaren Zusammenhang; da aber im Allgemeinen die Güte des Eisens durch das wiederholte Umschweißen und Strecken gewinnt, so kann man in diesem Betracht die höheren Nummern als die den besseren Eisensorten zukommenden betrachten. Auf vielen, namentlich deutschen Werken findet ein mehrmaliges Umarbeiten gar nicht Statt, indem aus gutem Holzkohlenroheisen schon direkt beim ersten Strecken der blos gezängten und im Schweißofen wieder warm gemachten Luppen ein sehr gutes, zum Theil vortreffliches Eisen gewonnen wird, welches, obwohl eigentlich mit Nr. 1 zu bezeichnen, dennoch manches englische Eisen Nr. 3 und 4 übertreffen mag.

Eisen Nr. 1 (Rohschienen, Millbars, Puddlebars) ist das durch erstes Auswalzen der gezängten Luppen in Schienen von 3 bis 5 Zoll Breite und $^3/_4$ bis 1 Zoll Dicke dargestellte, noch sehr schlechte Eisen. Diese Rohschienen zeigen schon im Aeußeren ein sehr unganzes Konglomerat einzelner unvollkommen verbundener Theile mit häufigen Kantenrissen. Der Bruch ist sehr ungleich; fadige und grobkörnige (rohe) Parthien wechseln mit einander ab, und häufig erkennt man auch im Inneren deutlich den mangelnden Zusammenhang.

Bei der jetzt fast allgemein üblichen Anwendung von heißem Gebläsewind, welcher die Anwendung roher Steinkohle und auch das Verschmelzen von Puddelschlacken neben schlechten Erzen im Hohofen gestattet, wobei, mit Hintansetzung der Güte des Eisens fast nur auf massenweise Erzeugung großer Quantitäten hingearbeitet wird, und wobei dem gepuddelten Eisen Kalt-, Rohbruch und andere Fehler anhaften, kann die zum Theil außerordentlich schlechte Beschaffenheit der Rohschienen nicht auffallen. Ein so unreines Eisen verträgt beim Zängen nicht die kräftigen Schläge des Hammers und wird daher, so namentlich in Wales, mittelst des sanfter wirkenden Quetschwerkes gezängt, während in Staffordshire große, 3 bis 5 Tonnen schwere Hämmer gebräuchlich sind, welche freilich ein besseres Luppeneisen erheischen, dafür aber auch die Schlacke vollständiger herausbringen und besseres Produkt liefern.

Das Eisen Nr. 1 ist zu keinen, selbst nicht zu den ordinärsten Arbeiten brauchbar.

Eisen Nr. 2 entsteht aus den Rohschienen durch Zerschneiden derselben mit der Schere in etwa 3 Fuß lange Stücke, Zusammenlegen und Binden (Packetiren), Schweißen und Auswalzen. Dieses

Eisen zeigt schon im Aeußeren ein besseres Ansehen, und auch der, meist fadige Bruch ist schon gleichförmiger. Es ist für ordinäre Arbeiten schon anwendbar.

Eisen Nr. 3 geht durch gleiche Behandlung aus Nr. 2 hervor und ist zu gewöhnlichen Schmiedewaren geeignet.

Eisen Nr. 4 endlich, ebenso aus Nr. 3 entstanden, ist die feinste im Handel vorkommende Sorte.

Zur Fabrikation der Eisenbahnschienen werden die Packete gewöhnlich zu $^3/_4$ aus Rohschienen und zu $^1/_4$ aus Eisen Nr. 2, 3 oder 4 genommen, diese aber so angeordnet, daß die bessere Eisenqualität zur Umhüllung der schlechteren dient. Indem nun das Eisen bei Anfertigung der Schienen als Packet nochmals in den Schweißofen kommt, geht das Eisen Nr. 1 in Nr. 2 über, so daß die fertigen Schienen kein Eisen Nr. 1 mehr enthalten. Um ein möglichst dichtes Packetiren zu gestatten, müssen die einzelnen Stäbe oder Platten recht gerade sein, auch dürfen die umhüllenden durchaus keine Risse haben, weil sich dieselben beim Auswalzen des Packetes vergrößern und eine unbrauchbare Schiene liefern würden.

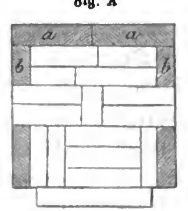
2. Das Packetiren.

Die Art und Weise, wie die zur Herstellung einer Eisenbahnschiene erforderlichen Eisenplatten, sowohl hinsichtlich der Sorte des Eisens, wie auch der Anordnung zusammengelegt und sodann geschweißt werden, ist von größtem Einfluß auf die Dauerhaftigkeit der Schienen.

Man unterscheidet hohe und niedrige Packete.

Hohe Packete, wie sie besonders in den Taff-Vale-, Ebbw-Vale-, Blaina- und anderen Eisenwerken üblich sind, werden nach Art der beistehenden Skizze Fig. A zusammengesetzt. Ein solches Packet hat 8 bis 9 Zoll Breite, 9 bis 10 Zoll Höhe und eine dem Gewicht der anzufertigenden Schiene entsprechende Länge; z. B. für Schienen von 71 Pfd. pro Yard und 18 Fuß Länge ist das Packet 35 Zoll lang. Dasselbe wird aus Eisen Nr. 1 und 2 zusammengesetzt, und ist in der Zeichnung die Sorte Nr. 2 schraffirt, Nr. 1 dagegen unschraffirt gelassen. Das Gewicht des Packets muß jenes der fertigen Schiene bedeutend übersteigen, theils wegen des beim Schweißen und Auswalzen entstehenden Abganges, theils wegen der abzusägenden Enden.

Fig. A



Eine fertige 18 füßige Schiene, z. B. von 71 Pfd. pro Yard, also von 426 Pfd. Gewicht, erfordert ein Packet von 550 Pfd., also eine Zugabe von etwa einem Viertel.

Niedrige Packete, hauptsächlich in den Eisenwerken von Stafforfordshire gebräuchlich, erläutern sich durch die neben stehende Skizze

Fig. B.

Fig. B. Sie haben 7 bis 8 Zoll Höhe, 6 bis 7 Zoll Breite, und eine dem Gewicht der Schiene entsprechende Länge, welche fast das Doppelte von jener der hohen Packete beträgt; denn da der Querschnitt der hohen Packete 80, jener der niedrigen nur 42 Zoll beträgt, so muß die Länge dafür um so größer sein.

Die Packetirung der niedrigen Packete besitzt den offenbaren Vorzug, daß der Kopf der Schiene durch eine einzige Platte gebildet wird, während er bei dem hohen Packete gerade in der Mitte eine Schweißnaht bekommt.

Da sich bei der Anordnung der hohen Packete leicht der Uebelstand herausstellt, daß sich die Kopfplatten aa mit den Seitenplatten bb nicht vollkommen verschweißen, so hat man wohl die, in der Skizze

Fig. C.

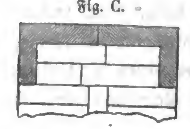


Fig. C dargestellte Einrichtung getroffen, statt der vier Platten aa und bb zwei Winkeleisen anzuwenden, wodurch nicht nur der bezeichnete Fehler gehoben wird, sondern auch die Qualität der Schienen im Allgemeinen gewinnt.

Noch andere Packetirungen zeigen Fig. 22 und 23 auf Taf. 66, von denen die erstere in der Mitte 10 Platten Nr. 1, und am Kopf und Fuß zwei Platten von Eisen Nr. 2 oder 3; die andere dagegen zwei Deckplatten (oben und unten) von Eisen Nr. 3, vier Platten von Nr. 2, und acht Platten von Nr. 1 enthält.

Da die Abnutzung der Schienen sich vorzugsweise durch Abschleifen und durch Verdrückung des Schienenkopfes zeigt, so hat man ganz besonders der Abhülfe dieses großen Uebelstandes die höchste Aufmerksamkeit zu widmen, und es existiren zu dem Ende vielfache Vorschläge. Dahin gehört der Vorschlag von Thorneycroft, welcher das Packet aus sechs gerade über einander gelegten Platten bildet, deren unterste aus Eisen Nr. 2, die vier mittleren aus Eisen Nr. 1 und die obere, für den Kopf bestimmte aus sogenanntem Scrap-Iron

besteht, d. i. Abfällen aller Art von Walzeisen und Blechen, die man in Feuern, den deutschen Frischfeuern ähnlich niederschmelzt und die so erhaltene Luppe unter einem 2 Tonnen schweren Dampfhammer zängt, sie im Schweißofen wieder wärmt und dann zu einer Schiene von der angemessenen Dimension aushämmert.

Stirling nahm ein Patent auf Herstellung von sehr hartem krystallinischen Eisen durch Zusatz von Galmei oder Zinn im Puddelofen, welches jedoch wenig oder gar nicht in Anwendung gekommen ist.

Bei den in neuerer Zeit gemachten großen Fortschritten in der Fabrikation sehr wohlfeilen Stahles dürfte der Zeitpunkt nicht mehr sehr fern sein, wo man die Eisenbahnschienen mit Köpfen von Stahl ausstattet, vorausgesetzt, daß die Schweißung nicht zu große Schwierigkeiten herbeiführt. Versuche der Art sind schon gemacht und sollen von vollkommenem Erfolg gekrönt sein.

Vollkommene Schweißung der Packete bildet eine der ersten Bedingungen guter Schienen, und doch tritt hier derselben, außer den die einzelnen Platten umhüllenden Schlackentheilen, welche bei so großen Massen nicht leicht aus dem Inneren herauszubringen sind, noch der erschwerende Umstand hinzu, daß die verschiedenen Eisensorten in dem Grade der Schweißbarkeit differiren; denn das fadige Eisen schweißt im Allgemeinen schwerer und bei höherer Temperatur als das körnige. Eine Folge dieser Schwierigkeit und der unvollkommenen Schweißung ist nun das häufige Abtrennen der Deckplatte vom Kern nach längerem oder kürzerem Gebrauch der Schiene. Man sollte zwar von den hohen Packeten, welche einer zweimaligen Schweißung unterliegen, ein besseres Resultat erwarten als von den niedrigen, die nur einer einmaligen Schweißung unterzogen werden; indessen lassen auch die aus hohen Packeten angefertigten Schienen hinsichtlich der Schweißung oft viel zu wünschen übrig.

Die zum Auswalzen der Schienen dienenden Walzwerke, von welchen bereits auf Taf. 63, Fig. 4, des Hauptwerkes eine Zeichnung gegeben wurde, haben auf mehreren Eisenwerken eine Abänderung erfahren, wie sie die Zeichnung Fig. 21 auf unserer Taf. 66 veranschaulicht. Das Ineinandergreifen der beiden Walzen findet hier in solcher Art Statt, daß der Raum für die durchgehende Schiene nicht, wie sonst, zur Hälfte in der einen, zur Hälfte in der anderen Walze sich befindet, also in der Mitte zwischen den Achsen beider

Walzen, sondern ganz innerhalb der unteren Walze liegt, deren Kannelirungen daher sehr tief sein müssen, während die obere in diese Kannelirungen eingreift, wie dies aus der Zeichnung erhellt. Es entsteht hierdurch der Vortheil, daß die obere und die untere Fläche der Schiene völlig glatt ausfallen müssen, während sonst in der Mitte derselben ein vorstehender Grath verbleibt, weil unmöglich die Walzen so vollkommen genau an einander schließen können, daß die zwischen ihnen durchlaufende Schiene, deren Hälfte in der oberen, die andere Hälfte in der unteren Walze liegt, völlig ebene und glatte Bahnen erhielten. Die Durchmesser der beiden Walzen müssen in solchem Verhältnisse zu einander stehen, daß bei gleicher Drehungsgeschwindigkeit die wirkenden Flächen so viel wie möglich mit gleicher Geschwindigkeit fortrücken, weil sonst eine schleifende Einwirkung unvermeidlich sein würde. Um bei den letzten Durchgängen die oberen Ränder der Schienen regelmäßiger auszubilden, enthält, wie die Figur zeigt, die obere Walze einen schmalen Vorsprung, der ein wenig über den Rand der Schiene übergreift.

Die fertig gewalzten Schienen werden nun auf einer ganz geraden Tafel mit hölzernen Hämmern, zuweilen auch durch eine besondere Maschine gerade gerichtet und schließlich an beiden Enden zu der beabsichtigten Länge mittelst Kreissägen abgeschnitten.

Fig. 20 auf Taf. 66 zeigt eine hierzu dienende Maschine.

AB das große Gestell aus Gußeisen mit zwei parallelen Schlitten, deren Entfernung beliebig gestellt werden kann. G G' die Schlitten mit den darauf befestigten Lagern p und p', in welchen die Zapfen der Kreissägen S und S' laufen; D und D' zwei Schlitten, auf welche die abzuschneidende Schiene gelegt wird, welche sich auf den großen Schlitten G und G' rechtwinklig gegen die Längenrichtung der Maschine rück- und vorbewegen können, und dazu dienen, die aufgelegte Schiene den Sägen entgegen zu führen. Diese Schlitten D und D' sind mit Zahnstangen m und m' verbunden, die in Getriebe auf der horizontalen Welle a eingreifen. Indem nun ein Arbeiter der Welle a vermittelst V eine drehende Bewegung ertheilt, nähert er die Schiene den Sägen, die ihrerseits ihre Bewegung durch Riemen, welche auf den Rollen P und P' liegen, erhalten. Die Sägen machen etwa 1000 Umdrehungen in der Minute und das Beschneiden einer Schiene dauert 12 bis 15 Sekunden.

Die abgeschnittenen Enden der Schienen, so wie auch die als fehlerhaft ausgeschossenen Schienen werden entweder flach ausgewalzt und zu neuen Schienen verwendet, oder auch, ohne ausgewalzt zu sein, beim Packetiren verwendet. Um sie in dieser Art verwenden zu können, füllt man den Zwischenraum zwischen Kopf und Fuß, wie Fig. 25 auf Taf. 66 zeigt, mit besonders zu diesem Zweck angefertigten, genau einpassenden Stücken und bildet dann die Packete in der durch Fig. 24 erläuterten Art.

Zur Prüfung der Haltbarkeit der Schienen ist es gebräuchlich, bei jeder Lieferung beliebig eine oder mehrere herauszugreifen und sie, hohl liegend, durch das Aufschlagen eines herabfallenden schweren Gewichtes einem starken Schlag auszusetzen, wobei sie wohl eine Verbiegung erleiden, aber nicht abspringen dürfen. So wurde beispielweise ein 600 Pfd. schweres Gewicht von 16 Fuß Höhe auf eine $4\frac{1}{2}$ Zoll hohe, auf dem Taff-Vale Eisenwerk angefertigte Schiene fallen gelassen, deren Stützpunkte $3\frac{1}{2}$ Fuß von einander entfernt waren. Sie wurde dadurch zu 2 Fuß durchgebogen, ohne den geringsten Riß oder Bruch zu bekommen. Bei anderen Schienen von $3\frac{1}{2}$ Zoll Höhe war der Erfolg, mit Ausnahme einer stärkeren Durchbiegung, derselbe. Bei Schienen von dem Ebbw-Vale Eisenwerk von $3\frac{13}{16}$ Zoll Höhe wurde ein 1 Tonne (= 20 Ztr.) schweres Gewicht von 23 Fuß Höhe auf die, ebenfalls in $3\frac{1}{2}$ Fuß Entfernung unterstützten Schienen fallen gelassen. Die Durchbiegung betrug 25 Zoll, aber die Schienen blieben vollkommen frei von Brüchen und Rissen. Dr. Heeren.

Verbesserungen.

Zum XX. Bande der Encyklopädie:

Seite 522 Zeile 14 v. u. lese man: linke statt rechte
" " " 20 v. u. " " drei " vier

Zum I. Bande der Supplemente:

S. 54 Zeile 2 einer Linie statt: eines Zolles
Seite 221 in der Tabelle 0,03 0,02 0,015 0,012 0,010
statt 0,3 0,2 0,15 0,12 0,10
Seite 293 Zeile 19 Spindel statt: Spindeln

Zum II. Bande der Supplemente:

Seite 192 Zeile 3 vielfache statt: vierfache

